

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ADRIANA VALÉLIA SARACENI

FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE PRÁTICAS
DE SIMBIOSE INDUSTRIAL EM UMA REDE DE EMPRESAS

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA

2014

ADRIANA VALÉLIA SARACENI

**FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE PRÁTICAS
DE SIMBIOSE INDUSTRIAL EM UMA REDE DE EMPRESAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Área de Concentração: Gestão Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior

PONTA GROSSA

2014

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.10/14

S243 Saraceni, Adriana Valélia

Ferramenta para avaliação da presença de práticas de simbiose industrial em uma rede de empresas. / Adriana Valélia Saraceni. -- Ponta Grossa, 2014.
109 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende
Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

1. Cluster industrial. 2. Ecologia industrial. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Resende, Luis Mauricio Martins de. II. Andrade Júnior, Pedro Paulo de. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 670.42



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº **237/2014**

FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE PRÁTICAS DE SIMBIOSE INDUSTRIAL EM UMA REDE DE EMPRESAS

por

Adriana Valélia Saraceni

Esta dissertação foi apresentada às 08 horas de 19 de fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª. Dr^ª. Lilian Bechara Elabras Veiga (UFRJ)

Prof. Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior
(UTFPR) – Co-Orientador

Prof^ª. Dr^ª. Joseane Pontes (UTFPR)

Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende
(UTFPR) - *Orientador*

Prof. Dr. Antonio Carlos de Francisco (UTFPR)

Prof. Dr. Aldo Braghini Junior (UTFPR)
Coordenador do PPGEP

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR –CÂMPUS PONTA GROSSA**

AGRADECIMENTOS

Obrigada Deus! Por me dar saúde e sabedoria para enfrentar as dificuldades desses anos de dedicação aos estudos e por colocar a Universidade Tecnológica Federal do Paraná *campus* Ponta Grossa em meu caminho. E obrigada UTFPR, por fornecer os instrumentos necessários para trilhá-lo. Um deles, o grupo de pesquisa em Engenharia Organizacional e Redes de Empresas - EORE: vivo, atuante e desenvolvedor da ciência.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luis Maurício Martins de Resende, pela orientação brilhante, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, por fomentar meu desenvolvimento na pesquisa científica e por me permitir participar deste grupo de pesquisa. E ao meu co-orientador, Prof. Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior, pelo primeiro voto de confiança em me orientar, pelas diversas horas dispensadas em ouvir e corrigir trabalhos e, pela parceria acadêmica repleta de bons resultados, reflexo de um árduo e longo trabalho em conjunto.

Agradeço a todos os colegas do EORE pela partilha de conhecimentos. Obrigada Profa. Dra. Joseane Pontes, pelos comentários sempre pontuais, pertinentes e refinados. Agradeço também a todos os professores do PPGEP que, de suas maneiras particulares, sempre contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento. Aos meus colegas de jornada acadêmica, colegas especiais e sábios, que nunca se negaram a partilhar seus conhecimentos, além da parceria no desenvolvimento de trabalhos e estudos.

Muitas pessoas contribuíram para a realização desta pesquisa. Agradeço em especial a dedicação da Prof^a. Dr^a. Lilian Bechara Elabras Veiga, ao Prof. Dr. Flávio Trojan e à Prof^a. Dr^a. Inês Costa pela atenção dedicada ao cumprimento deste trabalho. Aos especialistas participantes do *IS Linked In*, que colaboram na pesquisa. Ainda, ao apoio do Prof. M.D. Petter Lowit, Prof^a. Ph.D. Marian Chertow e a prestatividade dos membros da ISIE. Agradeço as empresas do Núcleo dos Moveleiros da ACIC de Concórdia, SC, pela colaboração, e ao esforço incansável do meu colega Ms.C. Rodolfo R. H. Petter nessa etapa.

A CAPES, pelo auxílio financeiro para realização do mestrado e desta pesquisa.

A todos os funcionários da UTFPR, pela qualidade dos serviços prestados.

Aos meus pais, de quem tudo recebi e que sempre me encorajaram na vida acadêmica. Ao meu marido, que sempre compreendeu. Enfim, deixo registrado o reconhecimento à minha família e a todos que contribuíram direta ou indiretamente, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

*“Quanto a mim, tudo o que eu sei
é que eu não sei nada.”*
(Sócrates, 470 a.C – 399 a.C)

RESUMO

SARACENI, Adriana Valélia. **Ferramenta para avaliação da presença de práticas de Simbiose Industrial em uma rede de empresas**. 2014. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

O objetivo central desta pesquisa foi desenvolver uma ferramenta para avaliação da presença de práticas de Simbiose Industrial em rede de empresas, a partir dos conceitos de simbiose industrial encontrados na literatura. Para isto, foi definida uma série de etapas para a construção do referencial teórico da presente pesquisa, e para o desenvolvimento da proposta de metodologia. As etapas iniciais foram baseadas no instrumento *ProKnow-C (Knowledge Development Process–Constructivist)*, com o intuito de formar o portfólio bibliográfico. Este procedimento ocorreu com apoio do portal *ISI Web of Knowledge*, sendo realizado em duas categorias de classificação: *Engineering, Environmental e Engineering, Industrial*. Em seguida, as variáveis da Simbiose Industrial foram identificadas através da revisão sistemática diferenciada. Os resultados obtidos por meio deste procedimento possibilitou o desenvolvimento da ferramenta teórica. Após a identificação das variáveis, uma metodologia baseada na lógica *fuzzy* foi aplicada e direcionada à pesquisadores do tema para atribuição dos pesos das variáveis de Simbiose Industrial. Desta forma, foi possível extrair os indicadores de intensidade das inter-relações necessários na análise do nível de desenvolvimento de cada uma das correlações entre as variáveis. Em posse das variáveis e de seus pesos, obteve-se como resultado inicial a estrutura da teórica de Avaliação de Simbiose Industrial. No sentido de identificar pontualmente as lacunas ou níveis de desenvolvimento em cada esfera, gerou-se então os gráficos de manobra para análise dos dados. Após estes procedimentos, construiu-se um instrumento para a aplicação da ferramenta, acompanhado de um método de cálculo matemático para tratamento dos dados, tornando-o passível de aplicação, compilação e resultados. Assim, uma ferramenta de aplicação da metodologia, capaz de obter os dados para análise nos gráficos de manobra e para a geração da Avaliação de Simbiose Industrial, foi desenvolvido. Por fim, um teste piloto foi realizado em uma rede de empresas fabricantes de móveis e esquadrias de madeira, identificando se há práticas da Simbiose Industrial na rede, bem como o potencial de desenvolvimento das esferas de análise. Os resultados do teste piloto da ferramenta de Avaliação de Simbiose Industrial forneceram uma série de perspectivas relacionadas à sua aplicabilidade, flexibilidade, particularidades, e, ao direcionamento nos aspectos de amadurecimento da ferramenta.

Palavras-chave: Rede de empresas. Cluster Industrial. Simbiose Industrial. Ecologia Industrial. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

SARACENI, Adriana Valélia. **Tool for assessing the presence of Industrial Symbiosis practices in na industrial cluster.** 2014. 109 p. Dissertation (Master in Production Engineering) - Graduate Program in Production Engineering. Federal Technology University - Parana. Ponta Grossa, 2014.

The main objective of this research was to develop a tool for assessing the presence of Industrial Symbiosis practices in na industrial cluster, based on the concepts of Industrial Symbiosis found in the literature. For this, were conceived a variety of steps to form theoretical framework of this research, and, for the development of the proposed methodology. In order to form the bibliographic portfolio, this research initial steps were based on the instrument ProKnow-C (Knowledge Development Process–Constructivist). This procedure was performed with support of ISI Web of Knowledge portal and carried out in two categories of classification: Engineering, Environmental and Engineering, Industrial. Based on this differentiated systematic review, the variables of Industrial Symbiosis were identified. The results obtained by this procedure allowed the development of the theoretical model. After identificatifying the variables, a methodology based on fuzzy logic was applied and directed to the researchers of the subject for assigning weights of the variables of Industrial Symbiosis. Thus, it was possible to extract indicators of intensity of the interrelationships, these, needed in the analysis of the level of development of each of the correlations between the variables. In possession of the variables and their indicators, it was obtained an structure of the theoretical model for Assessing of Industrial Symbiosis, as initial result. In order to promptly identify gaps or development levels within each sphere, graphs of maneuver for data analysis were generated. After these procedures, it was built a tool to the model application, accompanied by a mathematical calculation method for processing data, making it reliable for implementation, compilation and results. Therefore, a model able to implementing the methodology, able to obtain the data for analysis on the graphs of maneuver and to generate the Assessing Industrial Symbiosis, was developed. Finally, a pilot test was conducted in a Industrial Cluster of manufacturer of furniture and wooden frames, identifying whether there are Industrial Symbiosis practices in the cluster, as well as the potential of development in the spheres of analysis. The results of the pilot test of the model for Assessing Industrial Symbiosis provided a range of perspectives related to its applicability, flexibility, features and guidance on aspects of ripening the tool.

Keywords: Business network. Industrial Cluster. Industrial Symbiosis. Industrial Ecology. Sustainable Development.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Processo de seleção do material teórico..... | 17 |
| Figura 2: Etapas aplicadas na construção da ferramenta de avaliação | 18 |
| Figura 3: Tripé da Sustentabilidade..... | 24 |
| Figura 4: Níveis de atuação da Ecologia Industrial | 32 |
| Figura 5: Benefícios da Simbiose Industrial | 37 |
| Figura 6: Mecanismo consubstanciado em um modelo..... | 49 |
| Figura 7: Estrutura de análise das inter-relações de Simbiose Industrial: esferas e domínios . | 50 |
| Figura 8: Gráfico de manobra ASI | 56 |
| Figura 9: Gráfico de manobra – Intercâmbio de Subproduto..... | 57 |
| Figura 10: Gráfico de manobra – Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços | 57 |
| Figura 11: Gráfico de manobra – Cooperação em Gestão..... | 58 |
| Figura 12: Gráfico de manobra dos resultados – Intercâmbio de Subprodutos..... | 65 |
| Figura 13: Gráfico de manobra dos resultados – Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços | 65 |
| Figura 14: Gráfico de manobra dos resultados – Cooperação em Gestão..... | 66 |
| Figura 15: Gráfico de manobra do resultado da Avaliação de Simbiose Industrial | 67 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Indicadores e tipologias de redes de empresas | 20 |
| Quadro 2: Características de agrupamentos horizontais de empresas. | 20 |
| Quadro 3: Práticas de Gestão Ambiental..... | 27 |
| Quadro 4: Conceitos e instrumentos do desenvolvimento sustentável..... | 29 |
| Quadro 5: Conceitos aproximados ao de Ecologia Industrial | 32 |
| Quadro 6: Organização de parques industriais ecológicos | 38 |
| Quadro 7: Características da Lógica <i>Fuzzy</i> | 43 |
| Quadro 8: Esferas de relações da Simbiose Industrial | 46 |
| Quadro 9: Domínios de funcionamento da Simbiose Industrial | 47 |
| Quadro 10: Fatores relacionados a cooperação em redes..... | 59 |
| Quadro 11: Método de cálculo dos domínios na esfera Intercâmbio de Subprodutos | 60 |
| Quadro 12: Método de cálculo dos domínios na esfera Compartilhamento de utilitários e/ou serviços | 61 |
| Quadro 13: Método de cálculo dos domínios na esfera Cooperação em Gestão | 61 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Total de artigos selecionados para leitura integral | 42 |
| Tabela 2: Resultados dos graus de importância – esfera Intercâmbio..... | 53 |
| Tabela 3: Resultados dos graus de importância – esfera Compartilhamento | 53 |
| Tabela 4: Resultados dos graus de importância – esfera Cooperação em Gestão..... | 54 |
| Tabela 5: Sintetização dos graus de importância das inter-relações | 54 |
| Tabela 6: Indicadores de intensidade esferas/domínios | 55 |
| Tabela 7: Conjuntos de questões por esferas/domínios..... | 60 |
| Tabela 8: Resultados por empresa em cada Esfera/Domínio | 63 |
| Tabela 9: Sintetização dos resultados das empresas em cada Esfera/Domínio..... | 64 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---------------------|---|
| ACV | Análise do ciclo de vida |
| ASI | Diagnóstico de Simbiose Industrial |
| EI | Ecologia Industrial |
| FT | Fatores Técnicos |
| FE | Fatores Econômicos |
| FP | Fatores Políticos |
| FI | Fatores Informacionais |
| FO | Fatores Organizacionais |
| IIS | Indicador de intensidade em Intercâmbio de Subprodutos |
| IICG | Indicador de intensidade em Cooperação em Gestão |
| IICU | Indicador de intensidade em Compartilhamento de utilitários e/ou serviços |
| IS <i>Linked In</i> | <i>Industrial Symbiosis Linked in group</i> |
| P2 | Prevenção da Poluição/Produção Limpa |
| P+L | Produção Mais Limpa |
| SI | Simbiose Industrial |

LISTA DE ACRÔNIMOS E SIGLAS

LISTA DE ACRÔNIMOS

| | |
|------|---|
| EORE | Engenharia Organizacional e Redes de Empresas |
| UNU | Universidade das Nações Unidas |
| ZERI | Emissões Zero |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------|--|
| EMT | <i>Ecological Modernization Theory</i> |
| ISIE | <i>International Society for Industrial Ecology</i> |
| SCP | <i>Sustainable Consumption and Production</i> |
| WCED | <i>World Commission on Environment and Development</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 14 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 14 |
| 1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA..... | 16 |
| 2 RELAÇÕES HORIZONTAIS DE EMPRESAS | 19 |
| 2.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E DENOMINAÇÕES..... | 19 |
| 3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A INDÚSTRIA | 23 |
| 3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL | 23 |
| 3.1.1 Gestão Ambiental..... | 26 |
| 3.1.1.1 Práticas de gestão ambiental..... | 26 |
| 3.1.2 Conceitos e Instrumentos para o Desenvolvimento Sustentável..... | 28 |
| 3.2 ECOLOGIA INDUSTRIAL: CONCEITO E INSTRUMENTOS | 31 |
| 3.2.1 Conceito e Histórico da Ecologia Industrial | 31 |
| 3.2.2 Principais Instrumentos..... | 34 |
| 3.2.3 Desafios para a Ecologia Industrial | 35 |
| 3.3 SIMBIOSE INDUSTRIAL | 35 |
| 3.3.1 Conceito e Práticas da Simbiose Industrial (SI)..... | 35 |
| 3.3.2 Parque Industrial Ecológico (PIE) | 38 |
| 4 METODOLOGIA DA PESQUISA | 40 |
| 4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA | 40 |
| 4.1.1 Objetivo da Pesquisa..... | 40 |
| 4.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS – BASE TEÓRICA PARA A FERRAMENTA | 41 |
| 4.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS – BASE MATEMÁTICA PARA A FERRAMENTA | 42 |
| 4.3.1 Lógica Fuzzy..... | 43 |
| 4.4 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA..... | 46 |
| 4.4.1 Domínios de Funcionamento da Simbiose Industrial | 46 |
| 4.4.1.1 Critérios para o desenvolvimento de um modelo..... | 47 |
| 5 RESULTADOS | 50 |
| 5.1 SINTETIZAÇÃO DOS FATORES..... | 51 |
| 5.1.1 Análise dos Resultados e Estrutura de avaliação | 54 |
| 5.2 TESTE PILOTO E APLICAÇÃO DA FERRAMENTA | 62 |
| 5.2.1 Análise e Discussão da Aplicação | 64 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| REFERÊNCIAS | 72 |
| APÊNDICE A - <i>Engineering, Environmental</i> | 82 |
| APÊNDICE B - <i>Engineering, Industrial</i> | 84 |
| APÊNDICE C - Questionário 1 | 86 |
| APÊNDICE D - Ofício | 91 |
| APÊNDICE E - Questionário 2 | 93 |
| APÊNDICE F - Análise de Cenário | 108 |

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade da produção industrial está constantemente em pauta. A principal definição de desenvolvimento sustentável consiste em um “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazerem suas próprias necessidades” (WCED, 1987; COLI et al., 2011; RODRÍGUEZ et al., 2011; COELHO et al., 2012). Para isso, requer-se um equilíbrio cuidadoso entre os três pilares da sustentabilidade: ambiental, social e econômico (SCHÖNSLEBEN et al., 2010).

A integração de conceitos de sustentabilidade é campo de pesquisa da Ecologia Industrial (OHNISHI et al., 2012). Os princípios da Ecologia Industrial (EI) estão baseados em princípios ecológicos que propõe uma mudança da ferramenta industrial tradicional, visando um sistema integrado onde tudo é reaproveitado no próprio sistema (ZHANG et al., 2011).

O estudo da Ecologia Industrial ganha força pela perspectiva de integração dos processos industriais, sendo que, o compartilhamento de recursos é uma de suas principais características, reconhecida como o processo de Simbiose Industrial (CHERTOW, 2000; YANG; FENG, 2008; ECKELMAN; CHERTOW, 2009; SOPHA et al., 2009; JENSEN et al., 2011). Os princípios da EI cada vez mais vem sendo apontados por pesquisadores como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pela produção industrial (ECKELMAN; CHERTOW, 2009).

Entretanto, observa-se que qualquer discussão sobre os benefícios ambientais referem-se a simbioses já existentes, em estudos de caso (ECKELMAN; CHERTOW, 2009), com poucos trabalhos analisando as variáveis ou buscando modelar o processo para a implementação da Simbiose Industrial em novos ambientes industriais. Também não é comum a relevância ao aspecto ambiental das atividades em redes de empresas (CASAGRANDE, 2004).

A questão sobre o potencial existente para novas relações simbióticas e a dimensão do potencial total na obtenção de benefícios ambientais por meio da simbiose industrial é tema de estudo continuo nas pesquisas científicas (ECKELMAN; CHERTOW, 2009).

A literatura aborda os princípios para tornar os processos industriais cada vez mais sustentáveis, mas há carência de orientações em como aplicar esses princípios. Portanto, percebe-se uma carência de uma metodologia capaz de fornecer orientações detalhadas de

acordo com cada processo industrial (SMITH; BALL, 2012). Essa temática direciona a uma problemática que permitiu o delineamento da seguinte pergunta:

Como avaliar a presença de práticas de Simbiose Industrial em redes de empresas?

1.1 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Desenvolver uma ferramenta para avaliação da presença de práticas de Simbiose Industrial.

Objetivos Específicos:

- a) Realizar uma revisão sistemática dos aspectos que compõem práticas de Simbiose Industrial;
- b) Identificar as práticas de Simbiose Industrial e suas correlações;
- c) Desenvolver a metodologia e um instrumento de aplicação;
- d) Aplicar a metodologia em uma rede de empresas, analisando os aspectos potenciais de desenvolvimento da Simbiose Industrial.

1.2 JUSTIFICATIVA

A literatura abrange os princípios para tornar os processos industriais cada vez mais sustentáveis, mas há ausência de orientação prática disponível mostrando como aplicar esses princípios, o que é fundamental para que se possa melhorar a eficiência ambiental de uma empresa. Um desafio constante para a pesquisa científica está em desenvolver métodos de definição e avaliação da sustentabilidade em sistemas complexos como sistemas de produção, sistemas territoriais, entre outros (COLI et al., 2011).

Observa-se em diversas pesquisas como as de Giannetti et al. (2003), Veiga (2007), e Geng et al. (2009), a tentativa de implementação da Simbiose Industrial, entretanto, não é comum encontrar metodologias ou modelos que identifiquem a existência das práticas e as relacionem com Simbiose Industrial em rede de empresas.

Os estudos recentes têm um enfoque no ecossistema industrial, metabolismo industrial e simbiose industrial a partir de uma ótica biológica e de engenharia. Entretanto visões de economia e tecnologia são diferentes, e unir os pontos de vista fortalece a

compreensão dos benefícios da Simbiose Industrial. Reduzir impactos ambientais e ao mesmo tempo fazer o uso mais eficiente dos recursos não parece ser suficiente para que uma simbiose aconteça (SOPHA et al., 2009).

Assim, percebe-se a dificuldade de encontrar na literatura métodos de definição e avaliação da sustentabilidade em sistemas complexos, pois, a maioria das pesquisas e dados na literatura sobre a Simbiose Industrial é derivada de casos e práticas já estabelecidas e conhecidas (ECKELMAN; CHERTOW, 2009). As discussões sobre os benefícios ambientais tem maior enfoque em trocas existentes. Estudos sobre o potencial existente para novas relações simbióticas e a mensuração dos efeitos ambientais são menos comuns (ECKELMAN; CHERTOW, 2009).

Diante deste cenário, observa-se que para a estrutura de rede de empresas – importantes no papel no desenvolvimento econômico e regional, há uma lacuna no campo da pesquisa científica, uma ausência de estudos identificando a relação das suas atividades com as práticas de Simbiose Industrial, bem como sobre seu potencial para o desenvolvimento destas práticas.

A carência de literatura direcionada ao aspecto ambiental no desenvolvimento de redes de empresas brasileiras e a necessidade de identificar a relação existente entre interações das empresas por meio de relações de Simbiose Industrial foram os motivadores desta pesquisa. Ainda, aspectos como aumento da competitividade, diminuição de custos (pela otimização de recursos), o apelo de marketing que tais práticas possibilitem, justificam necessidade de um instrumento que possa identificar a presença das práticas de Simbiose Industrial e incentivar as rede de empresas à desenvolve-las.

Ademais, os benefícios competitivos advindos do desenvolvimento de um projeto de Simbiose Industrial abrangem os pilares econômico, social e ambiental da rede. Portanto, uma ferramenta que forneça o diagnóstico de Simbiose Industrial e os aspectos potenciais, reforça essa necessidade e fortalece a justificativa da importância do diagnóstico, pois é através de um diagnóstico que se obtém uma visão clara, simples e precisa do conjunto das atividades empresariais.

Assim, o desenvolvimento de um instrumento que possa fornecer um diagnóstico sobre a presença de práticas de Simbiose Industrial em rede de empresas se torna pertinente e relevante para o desenvolvimento destas, pois, ao identificar a existência de tais práticas, estratégias para o aumento da competitividade poderão ser desenvolvidas.

Outrossim, o desenvolvimento de uma ferramenta voltado para redes de empresas justificam a inserção desta pesquisa na Engenharia de Produção, sendo que a inserção se

inicia por meio do Grupo de Pesquisa em Engenharia Organizacional e Redes de Empresas – EORE. A atuação do EORE está voltada para o desenvolvimento de ferramentas e modelos para análise e diagnóstico de redes de empresas, bem como analisar a competitividade e cooperação dos atores envolvidos, visando eficiência e produtividade.

Deste modo, as pesquisas propostas e realizadas pelo grupo são estruturadas e direcionadas à inserção dos conhecimentos específicos da engenharia de produção ao ambiente industrial. Portanto, o objetivo geral desta pesquisa de “Desenvolver uma ferramenta para avaliação da presença de práticas de Simbiose Industrial” se demonstra pertinente nos temas de atuação do Grupo de Pesquisa em Engenharia Organizacional e Redes de Empresas, bem como se fundamenta nos campos de estudo da Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Ponta Grossa, em seu Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP.

1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

Tanto para compor o referencial teórico, como o portfólio bibliográfico para construção da ferramenta, os dados desta pesquisa foram coletados em dois momentos: no ponto inicial da pesquisa e em um momento posterior.

Para formar o portfólio bibliográfico, esta pesquisa utiliza fases do instrumento ProKnow-C (*Knowledge Development Process–Constructivist*), proposto por Ensslin et al. (2010). O instrumento ProKnow-C divide-se em duas etapas de aplicação: primeira etapa - a seleção do banco de artigos bruto; e a segunda etapa - a filtragem do banco de artigos.

Desenvolvendo as fases baseadas na metodologia ProKnow-C, na **etapa de seleção dos artigos brutos** se realiza a seleção do banco de artigos brutos, fazendo a definição das bases de dados, definição das palavras-chave e a busca de artigos nas bases de dados com as palavras-chave. Nas sequência realiza-se a **segunda etapa**, fazendo a filtragem do banco de artigos, eliminando artigos repetidos, refinando o material pela leitura do título, alinhando quanto ao reconhecimento científico e em seguida alinhando pela leitura integral dos artigos.

A presente pesquisa se divide em dois momentos de seleção de material teórico: momento Referencial Teórico (RT) e momento Portfólio para construção da ferramenta (PM), demonstrados na Figura 1.

Para compor o referencial teórico, utilizou-se o Portal Capes, a Base Scielo e o Google Acadêmico. Não foi feita uma limitação por datas neste momento. Entretanto,

aplicou-se a filtragem dos artigos por meio da leitura de título, reconhecimento científico na classificação Qualis Capes, e em seguida a leitura integral dos artigos. Também se utilizou livros de renome na área, dissertação e definições de conceitos por organizações reconhecidas na área.

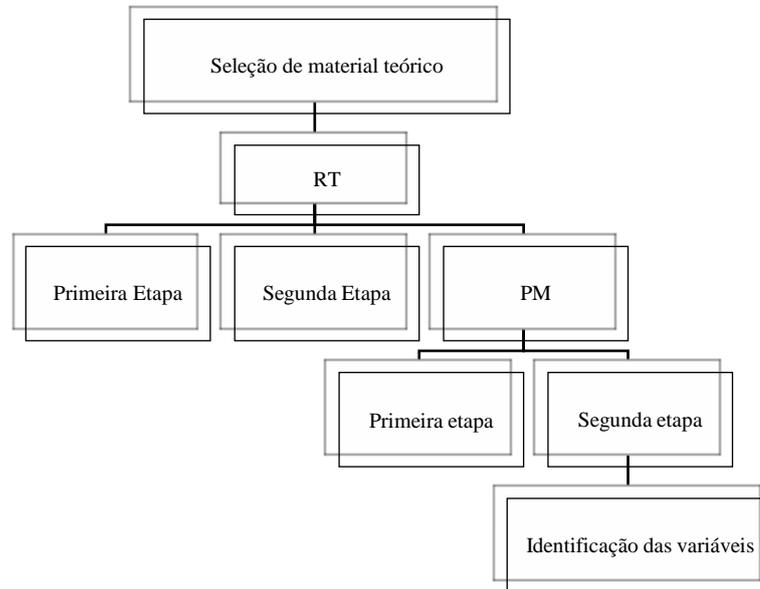


Figura 1: Processo de seleção do material teórico

Fonte: Elaboração própria

A etapa de desenvolvimento do Portfólio para construção da ferramenta será apresentada no Capítulo 4. Após a identificação das variáveis, a construção do modelo teórico, base para a ferramenta, será realizada nos passos demonstrados na Figura 2.

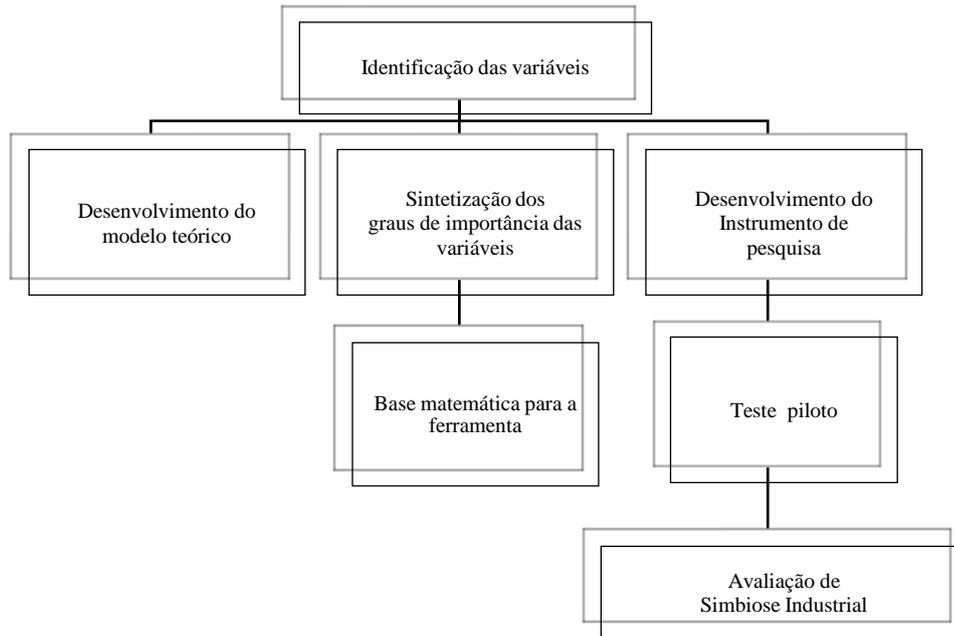


Figura 2: Etapas aplicadas na construção da ferramenta de avaliação
Fonte: Elaboração Própria

Os procedimentos técnicos utilizados no desenvolvimento da base matemática da ferramenta, da sintetização dos graus de importância, da estrutura de avaliação e do instrumento de pesquisa serão apresentados nos Capítulos 4 e 5, seguido do teste piloto da ferramenta. Por fim, serão apresentadas as Considerações Finais e as Referências consultadas na pesquisa.

2 RELAÇÕES HORIZONTAIS DE EMPRESAS

As redes de empresas quando apresentadas na bibliografia, dependendo de sua configuração, são denominadas como: aglomerações produtivas, sistemas locais de inovações, sistemas produtivos locais, clusters, arranjos produtivos locais APL's, redes horizontais de empresas, entre outros.

Entretanto, para o enfoque deste trabalho, é importante ressaltar algumas características das principais denominações.

2.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E DENOMINAÇÕES

O interesse sobre redes de empresas é crescente, pois se acredita que estes funcionam como uma fonte de inovação, desenvolvimento e competitividade pela circulação recursos e conhecimentos dentro da rede (KAJIKAWA et al., 2010). Diversos autores contribuíram gradualmente sobre as características de redes de empresas, mas a ênfase está principalmente na

importância dos laços sociais, políticos e culturais em distritos industriais; as ações conjuntas deliberadas para a obtenção da eficiência coletiva nos clusters; fatores inter-relacionados que determinam a competitividade das firmas em clusters; a modelagem formal das externalidades Marshallianas; inter-relações dinâmicas entre geografia e indústria; estruturas de governança em redes e sistemas locais de produção; a correlação entre geografia e inovação; e a natureza cognitiva e evolucionária dos sistemas locais de produção (IPEA, 2006, p. 4).

Os fundamentos/indicadores-chave apresentados na literatura sobre redes se pautam em quatro eixos principais que são: a localização, direcionalidade, poder e formalização (GRANDORI; SODA, 1995; CASTELLS, 1999; SIQUEIRA, 2000; PITASSI; MACEDO-SOARES, 2003; CARRÃO, 2004; HOFFMANN et al., 2007; PETTER, 2012), demonstrados no Quadro 1. Ressalta-se que mesmo que uma empresa faça parte de uma tipologia, isso não anula sua participação em outro eixo.

Apesar das principais características e das diversas denominações para caracterizar redes horizontais de empresas, “todas possuem um pilar básico em comum, que é a existência de um tipo de comunicação, mínima que seja, mas existente, entre as empresas participantes de um setor produtivo em comum” (PETTER, 2012, p. 25).

| Indicadores | Tipologias |
|--------------------|---|
| Direcionalidade | Vertical Horizontal |
| Localização | Dispersa Aglomerada |
| Poder | Orbital Não Orbital |
| Formalização | Base Contratual Formal Base não Contratual |

Quadro 1: Indicadores e tipologias de redes de empresas
Fonte: Hoffmann et al. (2007); Petter (2012).

No Quadro 2 são apresentadas as principais diferenças nas denominações de aglomerações horizontais.

| | |
|---|---|
| Rede de empresas | Apresentam-se como concentrações de instituições interconectadas e de empresas em determinadas regiões geográficas, das quais atuam em um mesmo segmento industrial. Essa tipologia tem a capacidade de afetar a competição de forma a expandir a capacidade produtiva das empresas envolvidas, além de orientada a formação de novos negócios, a inovação entre outros objetivos nesse escopo (PETTER, 2012). |
| Parques Industriais ou Distritos Industriais | Um distrito industrial pode ser descrito como uma extensão territorial, subdividida, e alocada para o uso por várias empresas, que utilizam uma infraestrutura comum por estarem próximas entre si. São projetados para atender demandas compatíveis de diferentes indústrias num mesmo local, e concebidos com uma dimensão gerencial que vai além de simplesmente a alocação de indústrias numa área comum. Isto geralmente ocorre através da provisão de supervisão e serviços, restrições estabelecidas aos “inquilinos”, e planejamento detalhado quanto a tamanho de lotes, acessos e utilidades (FRAGOMENI, 2005). |
| Organizações e Cadeias Virtuais | Fundamentadas na necessidade de comunicação e informação, essas cadeias realizam os registros das informações provenientes dos fluxos físicos de bens e materiais das empresas participantes da rede/cadeia, das quais podem ser distribuídas e acessadas por meio de uma variada e grande gama de canais. Ou seja, o objeto desta tipologia é a própria informação. O que as difere de uma rede de empresas está diretamente relacionada a formação geográfica, onde os atores desta estão geograficamente próximos e os das cadeias virtuais, não necessariamente, estão dispersos no espaço geográfico (PETTER, 2012). |

Quadro 2: Características de agrupamentos horizontais de empresas.
Fonte: Elaboração Própria

O conceito de rede de empresas é um conceito importante para o desenvolvimento em âmbito regional. As redes de empresas se diferenciam de distritos industriais ou Parques Industriais por sua natureza de inter-relações (TAKEDA et al., 2008; PORTER, 1998). Ou seja, rede de empresas são caracterizados como redes de colaboração e concentrações de colaboração que oferecem significativas oportunidades de estimular o desenvolvimento econômico e fortalecimento da competitividade (PORTER, 1998).

Como o objeto de estudo dessa pesquisa são as redes de empresas do mesmo segmento, optou-se então pela terminologia clássica “Rede de empresas”, que se refere a

concentrações de instituições interconectadas e de empresas em determinadas regiões geográficas, das quais atuam em um mesmo segmento industrial (PORTER, 1998; PETTER, 2012), equivalente ao termo em inglês “*Industrial Cluster*”.

De acordo com o estudo de tipologias desenvolvido por Okoshi (2013), quanto à abordagem sobre redes de empresas que estão na fase de maturidade, a tipologia Cluster Industrial é uma delas. “As empresas localizadas na fase de maturidade utilizam altas tecnologias obtendo uma grande produtividade e inovação” (OKOSHI, 2013, p. 124). A maturidade de um grupo de empresas consolida uma cooperação com propósitos comuns, que tem o potencial de gerar aumento da capacidade produtiva, otimização de custos, que possibilitam uma melhoria para enfrentar a competitividade e aumentar a capacidade de inovação (SARACENI et al., 2013). Portanto, a maturidade é um importante elemento para o aspecto de cooperação.

Um rede de empresas cria sinergias e benefícios econômicos ao fornecer acesso compartilhado para fornecedores, distribuidores, mercados, recursos e sistemas de apoio. Os benefícios incluem aumento de oportunidades para uma interação em rede entre as empresas e na comunidade. Com isso, proporciona maior economia em escala encadeada por diversos *stakeholders*, fortalece a interação entre eles e aumenta a capacidade de recursos e competências (HEIKKILÄ et al., 2010).

Entre os estudos sobre rede de empresas, verifica-se uma tendência de que a perspectiva baseada no conhecimento é uma característica amplamente utilizada na análise da aprendizagem e comportamento de inovação presente nas redes de empresas (GUO; GUO, 2011). Além disso, a forte cooperação e acordo comum entre as empresas que operam no mesmo aglomerado são necessários para garantir um ambiente de produção seguro e confiável (HEIKKILÄ et al., 2010).

Kajikawa et al. (2010) argumentam que a organização em redes tanto dentro da empresa como também entre as empresas devem funcionar como um canal de troca de recursos e de conhecimentos. Assim, os agrupamentos regionais proporcionam o fortalecimento de vantagens competitivas devido à proximidade física e a interação entre as empresas na região. A proximidade física significa redução dos custos de transporte e ajuda a promover o acesso a outros atores da região, enquanto uma rede regional pode estimular o fluxo de conhecimentos e fortalecer a colaboração regional (TAKEDA et al., 2008).

A importância do aspecto da interação também é identificada na dimensão econômica e de impactos ambientais da produção industrial (HU; BIDANDA, 2009). A cooperação ambiental pode ser definida como o envolvimento direto de uma empresa com

outras empresas, também com os seus fornecedores e clientes no planejamento em conjunto para soluções de gestão ambiental e meio ambiente (VACHON; KLASSEN, 2008).

A comunidade industrial é formada pela coletividade, de pessoas, indústrias, serviços e comércio, que atuam em um determinado ambiente - *habitat* industrial. Contudo, a empresa sustentável é parte do ecossistema industrial, um sistema complexo que é composto pela comunidade e pelo *habitat* industrial (LIWARSKA-BIZUKOJC et al., 2009), na qual as redes de empresas estão inseridas.

Um sistema complexo é qualquer sistema que caracteriza um grande número de componentes que interagem, sejam estes agentes, processos, entre outros. Assim, em um sistema complexo, a empresa sustentável pode ser definida como uma empresa que é capaz de sustentar e/ou ampliar suas capacidades em todos os níveis de gestão de forma integrada, com a capacidade de suporte ao meio ambiente e de todas as partes interessadas, geradas pelo ambiente de interação e colaboração (PALMA; DOBES, 2010).

Como demonstrado, interação e colaboração são aspectos marcantes das redes de empresas. Vachon; Klassen (2008) apontam duas principais vantagens competitivas geradas pelo ambiente de colaboração: uma primeira sendo a colaboração propriamente dita, que inclui a integração de conhecimentos e cooperação entre organizações. Uma segunda vantagem ao adotar a prática colaborativa nas atividades com fornecedores e clientes, é que todos os envolvidos tendem a desenvolver capacidades organizacionais que podem ser refletidas tanto em um melhor desempenho ambiental, tanto social, quanto em dimensões de custo e qualidade (VACHON; KLASSEN, 2008).

A colaboração ambiental compreende que exista o entendimento das responsabilidades e capacidades de cada um no aspecto da gestão ambiental (VACHON; KLASSEN, 2008). Zhang et al. (2008) ressaltam a importância da inclusão de fatores sociais, culturais e de negócios nas abordagens de planejamento e no desenvolvimento de políticas para promover o desenvolvimento de Simbiose Industrial.

Não obstante, as ligações de fluxos de materiais entre as empresas de uma rede, tanto em termos práticos, quanto financeiros, tem, em suas relações de interação, alguns **aspectos comuns** com práticas de Simbiose Industrial (LEHTORANTA et al., 2011) – tema que será abordado no decorrer deste trabalho. Entretanto, nota-se pouco comum na literatura, a identificação de aspectos de sustentabilidade em rede de empresas, principalmente com relação às práticas de Simbiose Industrial.

3 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A INDÚSTRIA

Alguns estudos do pensamento ambiental, que visavam remediação do impactos ambientais, não consideram alguns conceitos e instrumentos de desenvolvimento sustentável como complementares. De acordo com Lifset; Graedel (2002), embora as diferenças não sejam inconciliáveis, a principal diferenciação entre elas seria que algumas tem foco em remediação dos impactos ambientais, enquanto outras buscam uma integração de soluções nos processos industriais. Este capítulo aborda o desenvolvimento sustentável da produção industrial e as principais definições teóricas do pensamento ambiental.

3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável são conceitos multidisciplinares por serem compostos por três dimensões principais: a sociedade (pessoas), o ambiente (planeta) e a economia (lucro). Alguns estudos abordam ainda uma quarta dimensão: a tecnologia (LOVINS et al., 1999; JOVANE et al., 2008; DESPEISSE et al., 2012).

Outros estudos abordam a sustentabilidade espacial como uma quarta dimensão, e, até mesmo a sustentabilidade cultural como uma quinta dimensão (ARRUDA, 2008; VICÁRIO OLÍVIO et al., 2010).

De modo geral, conforme demonstrado na Figura 3, o desenvolvimento sustentável significa um equilíbrio entre a eficiência econômica, equidade social e proteção ambiental (COELHO et al., 2012).

Assim, a influência do desenvolvimento de negócios sustentáveis na produção industrial está baseada nos pilares social, econômico e ambiental da sustentabilidade (SCHOENHERR, 2011).

As diferentes abordagens se interseccionam no principal objetivo em comum da busca pelo equilíbrio do desenvolvimento sem a degradação do meio de inserção. Entretanto, a busca por estratégias de promover o desenvolvimento sustentável cresce proporcionalmente com a evolução do processo de produção industrial e com a conseqüente notoriedade sobre a necessidade dos recursos.

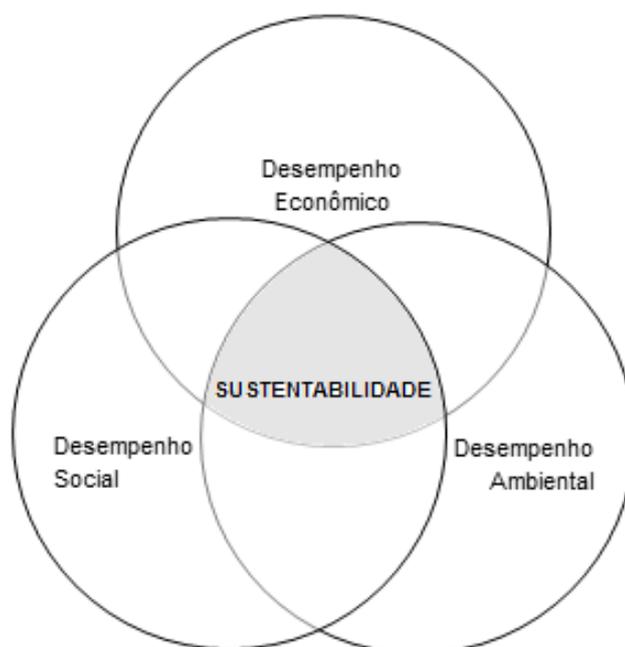


Figura 3: Tripé da Sustentabilidade
Fonte: Adaptado de Craig; Dale (2008)

Ao longo do século XX a sociedade industrial cresceu e impulsionou um aumento na produção de bens e serviços. Foi nesse período que os seres humanos alteraram os ecossistemas de forma rápida e intensa, a fim de atender às suas demandas (ZHANG et al., 2010a).

Devido à disponibilidade das matérias-primas serem finitas e o ecossistema não ser capaz de absorver quantidades infinitas de poluentes, os danos ambientais passaram a ter maior atenção (JACQUEMIN et al., 2012) em alguns países.

A utilização de recursos naturais e a disposição dos resíduos estão constantemente em pauta no meio científico e nas políticas governamentais, sendo a produção industrial considerada centro de atenção devido sua intensa utilização de recursos (SHASTRI et al., 2008; ZHANG et al., 2011). Portanto, decorre enfoque crescente em estudos sobre desempenho ambiental (COLI et al., 2011).

O processo industrial tradicional, que tipicamente gera subprodutos industriais de impacto negativo como a poluição e degradação ambiental, além de grande quantidade de resíduos, precisa ser reformado e substituído (GENG et al., 2009). A sustentabilidade do sistema industrial sugere a otimização do uso dos recursos disponíveis. A limitação dos recursos exige que a produção industrial aumente sua eficiência na utilização de resíduos e subprodutos.

A sociedade atual enfrenta o constante desafio de mudar o processo da produção industrial bem como o processo de disposição dos resíduos decorrentes, em direção a uma forma mais sustentável na utilização dos recursos naturais limitados (OHNISHI et al., 2012). Entretanto, uma sociedade sustentável necessita que eficientes técnicas sejam desenvolvidas (SMITH; BALL, 2012).

A Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development* - WCED, 1987), conhecida como Comissão Brundtland, foi criada pelas Nações Unidas em 1983, a fim de, entre outros aspectos, estudar formas e meios pelos quais a comunidade internacional poderia lidar de forma eficaz com as preocupações ambientais e ajudar a definir uma agenda de longo prazo para a ação durante as décadas seguintes.

Em 1987, essa comissão trouxe, a partir do relatório “Nosso Futuro Comum”, o conceito de desenvolvimento sustentável para as sociedades e governos em nível mundial. O relatório define desenvolvimento sustentável como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazerem suas próprias necessidades” (WCED, 1987; COLI et al., 2011; RODRÍGUEZ et al., 2011; COELHO et al., 2012).

Pela primeira vez na história definiu-se o conceito de “desenvolvimento sustentável”, com um significado de um simultâneo desenvolvimento que atenda as três dimensões principais da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) para evitar um crescimento econômico excessivo que traga consequências nas outras dimensões (RODRÍGUEZ et al., 2011).

Desde então ocorre a busca progressiva da ciência com um foco diferente, baseada no desenvolvimento técnico que vise integrar as principais dimensões da sustentabilidade (RODRÍGUEZ et al., 2011).

Além disso, as empresas enfrentam uma pressão crescente dos consumidores e dos governos para se tornarem ambientalmente responsáveis. São notadas diversas tentativas na busca de práticas sustentáveis por meio da troca de resíduos, subprodutos, e energia, para reduzir a extração e utilização de matérias-primas virgens e diminuir a poluição (SOPHA et al., 2009).

Entretanto, “os efeitos das transformações nas técnicas de produção sobre a sociedade geralmente não são levados em consideração, inclusive em se tratando de sustentabilidade social, pré-requisito para o pretendido desenvolvimento sustentável” (TEIXEIRA, 2005, p. 63).

Sustentabilidade exige escolhas consistentes sobre impactos ambientais, mas também em matéria de desempenho social e econômico. A qualidade do desenvolvimento ambiental deve ser alcançada com o menor custo possível, ou, havendo custos, o desempenho ambiental e social devem ser maximizados (HUPPES et al., 2012).

A Gestão Ambiental abrange práticas que buscam atender a essas perspectivas. De acordo com ZHOURI (2008), seja qual for a ideia de Gestão Ambiental, existe um consenso inerente à noção de desenvolvimento sustentável que abrange a possível conciliação entre os interesses econômicos, ambientais e sociais, “abstraindo dessas dimensões as relações de poder que, de fato, permeiam a dinâmica dos processos sociais”.

3.1.1 Gestão Ambiental

A Gestão Ambiental em empresas é “a parte da função gerencial que trata, determina e implementa a política de meio ambiente estabelecida para a empresa” (D’AVIGNON apud ALPERSTEDT et al., 2010, p. 172).

Os esforços de gestão ambiental geralmente são orientados para o controle da poluição. Entretanto, estas questões muitas vezes transcendem os limites espacial e temporal. Portanto, percebe-se a necessidade de incluir considerações de longo prazo e de grande escala, também conhecida como a perspectiva da sustentabilidade (SHASTRI et al., 2008).

De acordo com Despeisse et al. (2012) a tecnologia é um meio de alcançar os objetivos de sustentabilidade, indicando uma visão onde os aspectos sociais e econômicos são efeitos colaterais positivos das atividades ambientais realizadas no sistema industrial. No entanto, os autores ressaltam que a prática atual para melhorar o desempenho ambiental das atividades industriais nem sempre se estabelece a partir das pesquisas acadêmicas. Muitas vezes está presente nas práticas de Gestão Ambiental das empresas.

3.1.1.1 Práticas de gestão ambiental

Diversos aspectos incluem a Gestão Ambiental das indústrias como conformidade regulatória, prevenção da poluição, gestão do ciclo de vida (ECKELMAN et al., 2011), entre outros. Para tanto, alguns conceitos estão presentes na Gestão Ambiental, como demonstrados no Quadro 3.

| Balço Ambiental |
|--|
| <p>O balanço ambiental (<i>core balance</i>) é composto por “encargos ambientais” diretos, que compreende emissões, efluentes, consumo de recursos entre outros, que ocorrem diretamente na empresa no local de produção. O “balanço complementar” compõe o “encargo ambiental” indireto, causados por processos e serviços fornecidos de fora dos portões da fábrica (mas que são de utilização da produção do local), por exemplo, a produção de eletricidade ou eliminação de resíduos sólidos (SCHMIDT; SCHWEGLER, 2008).</p> |
| Análise do ciclo de vida - ACV |
| <p>A análise ou avaliação do Ciclo de Vida é um método analítico utilizado para quantificar o impacto ambiental principalmente aplicada aos produtos. Também tem potencial como uma ferramenta de análise e desenvolvimento de processos (JACQUEMIN et al., 2012). A ACV envolve a valorização da carga de obrigações ambientais associadas a um produto, um processo ou atividade, por meio da “identificação e quantificação dos usos de materiais e energia e das descargas ambientais correlatas, abrangendo as matérias-primas, manufaturas, transporte e distribuição; utilização, reutilização e manutenção; reciclagem e disposição final” (GIANNETTI et al., 2003, p. 18). A análise dos aspectos ambientais e dos impactos compreendem etapas desde a extração das matérias-primas até a o produto final.</p> |
| Ecossistema nos negócios |
| <p>O conceito de Ecossistema nos negócios (<i>business ecosystems</i>) é um conceito emergente para os estudiosos e gestores da atualidade. No entanto, fazer as melhores escolhas estratégicas para atuar e competir entre e dentro dos ecossistemas industriais (de negócios) também é uma preocupação crescente no foco das estratégias de negócios das empresas (LI, 2009). Um ecossistema de negócios transfere estratégias de negócio a partir de uma única operação para uma operação sinérgica e sistemática de cooperação (primeira característica), da concorrência em produtos para uma plataforma de competitividade (segunda característica), e de um único crescimento para um processo de co-evolução (terceira característica) (LI, 2009).</p> |
| Gestão de Energia |
| <p>A Engenharia tradicional, pela sua própria natureza, depende da energia. Ela tem os seus sucessos parcialmente devido ao fato de que qualquer problema pode ser resolvido se a energia necessária for focada em solucionar esse problema (MITSCH, 2012). O setor de fabricação industrial é um dos principais consumidores de energia primária, demandando cerca de 31% dessa energia. A indústria consome cerca de 62% do consumo de energia final, parcela correspondente ao impacto ambiental, sendo as indústrias dos produtos químicos e petroquímicos, ferro e as indústrias de aço, cimento, celulose e papel as principais confrontadas com a necessidade de atenuar esse impacto (SCHÖNSLEBEN et al., 2010). Gestão de energia é um procedimento essencial para a eficiência energética uma vez que é vital para o funcionamento eficaz do setor de energia de um país, para a proteção do meio ambiente, bem como para o fluxo da economia de um país (DOUKAS et al., 2009).</p> |
| Análise da Emergia |
| <p>A análise da emergia avalia o fluxo de energia, fluxo de material e fluxo econômico utilizando o mesmo padrão. Emergia é a energia utilizada direta ou indiretamente em um processo, produto ou serviço. Diferencia-se do método tradicional de análise de energia, pois unifica os diferentes tipos de energia para a mesma unidade (ZHANG et al., 2011). A análise da emergia é uma ferramenta com capacidade de comparar diferentes tipos de energia e/ou de material em padrões comuns. Também leva em conta a contribuição dos ecossistemas para a atividade econômica (MU et al., 2011). A análise emergética é muito útil para avaliar, melhorar e gerir sistemas industriais, pois também identifica a contribuição dos ecossistemas para a atividade econômica. Além disso, fornece indicadores úteis para avaliar a economia e a viabilidade ecológica, bem como a sustentabilidade dos sistemas industriais. No entanto, os indicadores emergéticos tradicionais são inadequados para análise de sistemas industriais que envolvem a gestão de resíduos (MU et al., 2011).</p> |

Quadro 3: Práticas de Gestão Ambiental
Fonte: Elaboração Própria

De acordo com Jappur et al. (2008), os sistemas de Gestão Ambiental possuem vários focos e abordagens, entretanto, não garantem defeitos zero, poluição zero, ou riscos zeros, mas sim, um meio pelo qual as empresas e organizações reagem para dar resposta aos

questionamentos ambientais. Portanto, contabilizar o papel direto e indireto de bens e serviços ambientais é de importância fundamental devido a pelo menos duas razões: esses bens e serviços são a base da sustentabilidade e o meio ambiente está se deteriorando rapidamente (ZHANG et al., 2010b).

A integração das práticas de Gestão Ambiental exige uma profunda compreensão de como cada uma seja complementar à outra, transformando o processo em algo realmente sustentável (PALMA; DOBES, 2010), e que atenda os principais aspectos da sustentabilidade.

Muito embora as práticas de Gestão Ambiental tenham como foco a atuação dentro dos portões das empresas, estas práticas estão presentes ou aliadas em práticas e metodologias de análise dos sistemas industriais. Portanto, os principais conceitos serão destacados na sequência.

3.1.2 Conceitos e Instrumentos para o Desenvolvimento Sustentável

Existem diversos conceitos que muitas vezes se interceptam quando se aborda práticas e instrumentos para o Desenvolvimento Sustentável. Os principais são: a Produção Mais Limpa (P+L), Prevenção da Poluição/Produção Limpa (P2), (DESPEISSE et al., 2012) Análise do ciclo de vida (ACV), Práticas de final de tubo (*End-of-pipe*) Emissões Zero ZERI (GIANNETTI et al., 2003), Ecologia Industrial (EI) (GIANNETTI et al., 2003; DESPEISSE et al., 2012). O Quadro 4 apresenta conceitos e instrumentos para o Desenvolvimento Sustentável. De acordo com Marinho; Kiperstok (2001), existe uma divisão no pensamento ambiental onde estaria de um lado a Prevenção da Poluição e Produção mais Limpa e por outro a Ecologia Industrial, tendo entre elas diferenças significativas. Entretanto, muitos estudiosos as consideram como complementares.

É importante esclarecer que todas as práticas voltadas para o Desenvolvimento Sustentável tem sua importância. Apesar de haverem muitas superposições das diferentes práticas, existem alguns aspectos diferenciais de cada abordagem. Não obstante, a complementariedade dos instrumentos do desenvolvimento sustentável pode ser observada no níveis de atuação da EI.

Portanto, o direcionamento deste estudo será encaminhado para abordagens sobre a Ecologia Industrial, dado que esta prática está alinhada com o objeto de estudo da presente pesquisa.

| Produção Mais Limpa - P+L |
|---|
| <p>É a aplicação de uma estratégia integrada de prevenção ambiental a processos, produtos e serviços que busca aumentar a eficiência de produção e reduzir os riscos para o ser humano e o ambiente. Esta estratégia é conhecida como Produção mais Limpa (GIANNETTI et al., 2003). A Produção Mais Limpa antecipa e prevê possíveis impactos, podendo ser aplicada a processos de produção, “ao longo de todo o ciclo de vida de um produto desde a fase de projeto, passando pela fase de consumo até sua disposição final” (GIANNETTI et al., 2003, p.18). Visa conservar fontes de matéria prima, eliminação de insumos tóxicos e a redução de resíduos e emissões e reduzir custos operacionais de tratamento e descarte (OLIVEIRA; ALVES, 2007), além disso, “a Produção mais Limpa pretende integrar os objetivos ambientais aos processos de produção, a fim de reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade” (OLIVEIRA; ALVES, 2007, p. 132.). O sistema de índice da P+L é constituído por um conjunto interligado de índices independentes e complementares de indicadores de avaliação de produção, utilizados para avaliar o desempenho de produção mais limpa. Este sistema pode ser uma orientação útil para ajudar as empresas a selecionarem corretamente tecnologias de produção mais limpas que atendam aos requisitos do desenvolvimento sustentável (TONG et al., 2012).</p> |
| Prevenção da poluição - P2 |
| <p>Apesar de semelhante com a P+L, a Prevenção da Poluição também é conhecida como Produção Limpa, sendo esta, direcionada para identificar processos e produtos para minimizar seus impactos ambientais com enfoque em ações de prevenção de vazamentos e conservação de energia. Não são feitas mudanças em produtos ou processo, embora os procedimentos adotados ajudem que estes melhorem. Além disso, este conceito que visa que, somente com a redução ou eliminação do uso de recursos, seja possível minimizar ou eliminar os seus impactos (LIFSET; GRAEDEL, 2002).</p> |
| Práticas de final do tubo - End-of-pipe |
| <p>As soluções denominadas de <i>end-of-pipe solutions</i>, que tratam o descarte de poluentes encontrados em resíduos industriais (PEREIRA et al., 2007), visam às consequências do final do processo. O meio tradicional de combate à poluição é o emprego de sistemas <i>end-of-pipe</i>, isto é, o tratamento de resíduos e efluentes, que incluem o tratamento de água, ar e resíduos sólidos. “As mais diversas tecnologias foram desenvolvidas com este objetivo, como sistemas químicos e biológicos para tratamento de água e aterros para resíduos sólidos” sendo que para cada efluente existem diversificadas opções de tratamentos que variam na qualidade, custo e na atuação ambiental (GIANNETTI et al., 2003, p.18).</p> |
| Emissão Zero - ZERI |
| <p>A Emissão Zero conhecida também como ZERI (<i>Zero Emissions Research Initiative</i>) “trata-se de uma iniciativa para pesquisas entre indústrias em que o rejeito de uma torna-se matéria prima para outra, formando assim uma cadeia cíclica fechada” (JAPPUR et al., 2008, p. 9).</p> <p>A proposta da Emissão Zero foi lançada pela UNU (Universidade das Nações Unidas) na busca pelo “constante reaproveitamento de todos os resíduos resultantes de um processo, criando um novo produto; os resíduos deste novo produto serão aproveitados para a criação de um terceiro produto, e assim sucessivamente” (FERROLI et al., 2007, p. 2).</p> |
| Ecologia Industrial - EI |
| <p>A Ecologia Industrial ao contrário dos demais conceitos, não prevê a redução ou eliminação do uso dos recursos, mas sim que estes façam parte do processo econômico. Utilizar os recursos para atender as necessidades é economicamente e ambientalmente viável se houver uma integração dos sistemas industriais. A EI enfatiza a sua obtenção através de sistemas integrados de processos ou indústrias, de forma que resíduos ou subprodutos de um processo possam servir como matéria-prima de outro (MARINHO; KIPERSTOK, 2001).</p> |

Quadro 4: Conceitos e instrumentos do desenvolvimento sustentável

Fonte: Elaboração Própria

De acordo com Marinho; Kiperstok (2001, p. 272), “a Ecologia Industrial visa, igualmente, como a Prevenção da Poluição ou a Produção Mais Limpa, prevenir a poluição, reduzindo a demanda por matérias-primas, água e energia e a devolução de resíduos à natureza”.

Entretanto, a Ecologia Industrial não enfatiza a remediação dos impactos, ou seja, remediar os impactos não é um tema central da EI (LIFSET; GRAEDEL, 2002).

Com relação à Produção Mais Limpa, que prioriza os esforços dentro de cada processo, colocando a reciclagem externa entre as últimas opções a considerar, a Ecologia Industrial também difere neste aspecto. Tendo em vista que, por mais que se aperfeiçoem os processos de produção limpa, ainda é possível ocorrer a geração de algum resíduo ou subproduto, para os quais não haja uma alternativa economicamente viável se o processo for considerado de forma isolada (MARINHO; KIPERSTOK, 2001).

Com relação a P2 que tem uma abordagem ao nível da empresa e que enfatiza a prevenção, a Ecologia Industrial se diferencia enquanto uma abordagem de abrangência mais ampla e que inclui a reciclagem, embora as diferenças não sejam inconciliáveis, tanto conceitualmente como na prática (LIFSET; GRAEDEL, 2002).

O diferencial da Ecologia Industrial quanto a Emissão Zero, apesar de focos bastante comuns, é que a prática ZERI visa que todas as entradas (*Inputs*) sejam utilizadas na produção, com aproveitamento total (FERROLI et al., 2007), enquanto a Ecologia Industrial tem um enfoque amplo, visando estratégias para se alcançar eficiência econômica por meio da integração de sistemas comuns, com parcerias entre as empresas também na utilização de serviços (compartilhamento) e agregando valor para as empresas e nas comunidades (AYRES; SIMONIS, 1994; GENG et al., 2009).

Já com relação à Análise do Ciclo de Vida, por essa ser uma ferramenta de análise da Gestão Ambiental (JACQUEMIN et al., 2012) constitui-se em um elemento complementar da Ecologia Industrial no acompanhamento e na identificação de alternativas de interação (MARINHO; KIPERSTOK, 2001).

Diferentes propostas buscam conciliar as atividades produtivas com a capacidade de desenvolvimento, e a elaboração de alternativas acabam por convergirem e divergirem em vários aspectos (MARINHO; KIPERSTOK, 2001). Entretanto, elas “pretendem prevenir a poluição na fonte, sendo que para uma a fonte é, essencialmente, cada processo, e para a outra pode ser um conjunto de processos ou indústrias” e consideram a importância das práticas de final de tubo, embora identifiquem a falência dos procedimentos onde estas práticas sejam o único foco (MARINHO; KIPERSTOK, 2001, p. 276).

Para Marinho; Kiperstok (2001), “a Ecologia Industrial também defende a otimização dos processos, considerando a reciclagem como um elemento a mais para a redução dos resíduos inevitáveis com outros métodos”.

Em geral, o ponto principal da abordagem da Ecologia Industrial que difere das demais abordagens apresentadas é, de acordo com Lifset; Graedel (2002), sua visão de análise dos sistemas, de forma ampla, em torno de grupos de empresas, regiões, setores e assim por diante, bem como das inter-relações de ordem sociais, como políticas e econômicas.

3.2 ECOLOGIA INDUSTRIAL: CONCEITO E INSTRUMENTOS

A Ecologia Industrial é um campo de estudo e pesquisa em crescimento que fornece um novo quadro conceitual para a compreensão dos impactos do sistema industrial no meio ambiente. Um dos principais objetivos da Ecologia Industrial está em mudar a percepção de natureza linear do sistema industrial, das matérias-primas, produtos utilizados e subprodutos e resíduos gerados, para a percepção de um sistema cíclico onde o resíduo industrial é reaproveitado como energia ou matérias-primas para outro produto ou processo. De acordo com Sopha et al. (2009), a discussão sobre a definição de EI, bem como a praticidade desse processo está constantemente em pauta.

3.2.1 Conceito e Histórico da Ecologia Industrial

O termo “Ecologia Industrial” foi apresentado em 1989, por Frosch e Gallopoulos, no artigo “*Strategies for Manufacturing*”. No artigo, os sistemas industriais passam a ser comparados com os sistemas biológicos naturais, de modo que um sistema industrial ideal seria aquele no qual não há geração de resíduos decorrentes do processo produtivo, uma vez que estes seriam de alguma forma tratados e reintroduzidos no ciclo produtivo como matéria prima/ insumos para outras indústrias (FROSCH; GALLOPOULOS, 1989; VEIGA; MAGRINI, 2009; LIWARSKA-BIZUKOJC et al., 2009; BAIN et al., 2010; OHNISHI et al., 2012).

Apesar de algumas correntes do pensamento ambiental não considerarem os conceitos e instrumentos demonstrados no item 3.1.2 como complementares, as políticas e instrumentos de consumo e produção sustentáveis (*sustainable consumption and production - SCP*) foram desenvolvidos simultaneamente com as políticas de Ecologia Industrial, na busca do desenvolvimento sustentável. Ademais, há nomenclaturas diferenciadas para conceitos aproximados com o da Ecologia Industrial. As principais encontradas na revisão de literaturas estão demonstradas no Quadro 5.

| Teoria da Modernização Ecológica |
|--|
| Do inglês, <i>Ecological Modernization Theory</i> (EMT), a Teoria da Modernização Ecológica postula que os problemas ambientais podem ser minimizados com aumento da eficiência dos recursos naturais, com vistas no desenvolvimento da sustentabilidade, mesmo mantendo o sistema básico capitalista da produção e consumo (ZHU et al., 2012). A teoria da modernização ecológica é uma teoria de inovação ambiental, que busca uma possível solução para o conflito entre o desenvolvimento industrial e proteção ambiental (MURPHY; GOULDSON, 2000; ZHU et al., 2012). |
| Engenharia Ecológica |
| É o campo de análise de projetos de ecossistemas sustentáveis que integrem a sociedade humana e os meios industriais de produção com seu ambiente natural. Estes estudos tem se desenvolvido ao longo dos últimos 30 anos e obteve maior ascensão nos últimos 10 anos. Os principais objetivos dessa linha incluem a restauração de ecossistemas que foram substancialmente alteradas por atividades humanas e o desenvolvimento de novos sistemas sustentáveis com valores humanos e ecológicos. A necessidade de diminuir de energia convencional é cada vez maior (MITSCH, 2012). |
| Ecossistema nos negócios |
| O conceito de Ecossistema nos negócios (<i>business ecosystems</i>) é um conceito emergente para os estudiosos e gestores da atualidade. No entanto, fazer as melhores escolhas estratégicas para atuar e competir entre e dentro dos ecossistemas industriais (de negócios) também é uma preocupação crescente no foco das estratégias de negócios das empresas (LI, 2009). Um ecossistema de negócios transfere estratégias de negócio a partir de uma única operação para uma operação sinérgica e sistemática de cooperação (primeira característica), da concorrência em produtos para uma plataforma de competitividade (a segunda característica), e de um único crescimento para um processo de co-evolução (a terceira característica) (LI, 2009). |

Quadro 5: Conceitos aproximados ao de Ecologia Industrial

Fonte: Elaboração Própria

Contudo, os princípios da Ecologia Industrial apresentam aspectos também relacionados à busca de **benefícios econômicos** (LEHTORANTA et al., 2011).

De acordo com Chertow (2000), a Ecologia Industrial atua em três níveis, conforme demonstrado na Figura 4, sendo: no ambiente interno da indústria, entre empresas e em escala regional/global.



Figura 4: Níveis de atuação da Ecologia Industrial

Fonte: Chertow (2000); Lifset; Graedel, (2002, p.10)

Embora seja uma abordagem que busca a integração de diversos aspectos da sustentabilidade do processo industrial, algumas iniciativas de EI que podem ser adotadas na

microescala (dentro da própria indústria) são a Prevenção da Poluição, a Produção mais Limpa, o Projeto para o Meio Ambiente e a Contabilidade Verde. Em nível local, entre indústrias, pode-se mencionar Simbiose Industrial, Parques Industriais Ecológicos e algumas iniciativas setoriais, como o Programa de Atuação Responsável, entre outros. Quanto aos níveis regional e global, pode-se utilizar a Análise do Fluxo de Materiais e Energia, Planejamento Estratégico Institucional, Planos de Desenvolvimento Regional ou Nacional e Avaliação Ambiental Estratégica.

Além disso, o objetivo principal da Ecologia Industrial está em minimizar as ineficiências e a quantidade de disposição de resíduos, tornando os sistemas industriais semelhantes aos ecossistemas naturais (CHERTOW, 2000; PAKARINEN et al., 2010), onde tudo é reaproveitado pelo próprio sistema.

Zhang et al. (2011) relatam que, a Ecologia Industrial faz uma analogia entre sistemas naturais e sistemas técnicos. Os autores argumentam que essa analogia se refere em como os seres humanos usam recursos naturais na produção de bens e serviços, e ao conceito de que os sistemas industriais devem incorporar os princípios expostos dentro dos ecossistemas naturais, de modo que os sistemas industriais sejam considerados integrados com a biosfera e não separados (ZHANG et al., 2011).

As questões sociais e sua relação com os sistemas técnicos e o meio ambiente estão presentes nas preocupações de abordagens da Ecologia Industrial. Através desta visão holística, a Ecologia Industrial reconhece que a resolução de problemas deve envolver a compreensão das conexões que existem entre esses sistemas, de modo que os aspectos não sejam analisados isoladamente. A alteração em uma parte do sistema pode se propagar e causar alterações em outras partes, sendo que a análise deve ser feita por partes individuais, mas com vistas em todo o sistema (ZHANG et al., 2011).

A Ecologia Industrial fornece diretrizes para se alcançar maior eficiência econômica por meio da integração de sistemas comuns, obtidos por parcerias entre as empresas na utilização de serviços como transporte, necessidades de infraestrutura, e agregando valor tanto para as empresas como nas comunidades onde estão inseridas por meio da otimização do uso energético, de materiais e de recursos (AYRES; SIMONIS, 1994; GENG et al., 2009).

Não obstante, os pensamentos inovadores requerem conceitos inovadores, permitindo que a Ecologia Industrial venha a ser uma fonte rica de conceitos, bem como fonte de inspiração e criatividade para a sustentabilidade (SOPHA et al., 2009). A interação das empresas na forma de ecossistemas industriais também é um aspecto capaz de promover a inovação de produtos e processos.

3.2.2 Principais Instrumentos

Diversos instrumentos buscam inserir os princípios da Ecologia Industrial nos sistemas industrial como a Prevenção da Poluição, Simbiose Industrial, Parques Industriais Ecológicos, Análise do Fluxo de Materiais e Energia, Avaliação do Ciclo de Vida. As principais melhorias em sustentabilidade decorrem de legislação e de técnicas emergentes de inovações (PAKARINEN et al., 2010).

Instrumentos de ordem regulatória como normas, leis, políticas, vêm obtendo sucesso no cumprimento das medidas, para que as empresas passem a atuar com a produção voltada para a sustentabilidade (LEHTORANTA et al., 2011). Entretanto, para que ocorra uma evolução de um complexo industrial em direção às relações de Ecologia Industrial bem sucedidas, é importante que a política ambiental governamental seja voltada também em incentivar as empresas em desenvolver as práticas de Simbiose Industrial (LEHTORANTA et al., 2011).

No Brasil, o desenvolvimento de políticas públicas neste sentido se confirma com a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei nº 12.305/10 que

é bastante atual e contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado). Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo. Cria metas importantes que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microregional, intermunicipal e metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Também coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva. Além disso, os instrumentos da PNRS ajudarão o Brasil a atingir uma das metas do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que é de alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015 (MMA, 2014).

Portanto, de acordo com Lehtoranta et al. (2011), verifica-se a importância das políticas públicas por estimularem o aumento na reutilização de resíduos de uma empresa por outras, pois esses estímulos também constituem um incentivo para a formação de agrupamentos, além de para fortalecer os já existentes.

3.2.3 Desafios para a Ecologia Industrial

Destacam-se as barreiras e limitações na implementação de aspectos da Ecologia Industrial e modernização ecológica no contexto de estudo de Anh et al. (2011):

Desvantagens ou limitações: dificuldades técnicas decorrentes da falta de tecnologias adequadas e problemas de implementação; e, a legislação ambiental está focada em soluções *end-of-pipe*, sem incentivos e diretriz concreta para a produção mais limpa, reutilização e reciclagem (ANH et al., 2011).

O sucesso da Simbiose Industrial depende da cooperação e integração entre indústrias, do *mix* das indústrias, da disponibilidade de resíduos, da demanda por estes resíduos, da gestão do processo, das relações institucionais e vontade dos atores em cooperar, e, da legislação/regulação em vigor (CHERTOW, 2000; VEIGA; MAGRINI, 2012).

Portanto, a aplicação dos conceitos de Ecologia Industrial requer entendimento sobre seu funcionamento e abrangência, e conhecimento sobre a Simbiose Industrial e sua aplicação.

De acordo com Veiga; Magrini (2012), os dois instrumentos principais de EI que tem sido desenvolvidos são Simbiose Industrial e os Parques Industriais Ecológicos. Estes dois instrumentos serão destacados na sequência.

3.3 SIMBIOSE INDUSTRIAL

Como demonstrado no item 3.2, a Ecologia Industrial combina e integra noções de produção mais limpa com diversos aspectos no ambiente industrial, como a prevenção e minimização de resíduos, reutilização e reciclagem, e as análises do ciclo de vida (ANH et al., 2011). Dentre seus diversos instrumentos, destaca-se as práticas de Simbiose Industrial, sendo que “a prática da Simbiose Industrial está normalmente estruturada em um sistema maior denominado de Parque Industrial Ecológico (PIE)” (TANIMOTO, 2004, p. 47). Estes instrumentos serão abordados na sequência.

3.3.1 Conceito e Práticas da Simbiose Industrial (SI)

Uma das novas concepções de industrialização começou a se formar a partir de 1989, quando Robert Ayres desenvolveu o conceito de metabolismo industrial. Fazendo uma

analogia entre indústrias e organismos vivos, o metabolismo industrial abrange a totalidade de fluxos materiais e energéticos através de um sistema industrial (ERKMAN, 1997).

Através do balanço de massa destes fluxos, é possível quantificar as entradas (*input*) e saídas (*output*) após as transformações feitas durante o processo produtivo (VEIGA, 2007), o que seria o passo inicial para identificar processos ineficientes geradores de resíduos e emissões poluentes e seus impactos negativos nos ambientes naturais.

Os primeiros estudos sobre Simbiose Industrial estavam baseados em perspectivas técnicas e econômicas. Em decorrência, buscou-se uma sólida compreensão do funcionamento de redes industriais e dos recursos humanos (SOPHA et al., 2009).

Há diversas definições sobre o conceito de Simbiose Industrial, mas em síntese, a SI é baseada na sinergia de subprodutos e resíduos entre as empresas, sendo um instrumento-chave da Ecologia Industrial (VACHON; KLASSEN, 2008; GIANNETTI et al., 2008; LI, 2009; SOPHA et al., 2009; MATTILA et al., 2010; BOCKEN et al., 2012).

O compartilhamento de recursos materiais, energia, água e subprodutos entre empresas co-localizadas é uma das principais características sobre o processo de Simbiose Industrial (CHERTOW, 2000; YANG; FENG, 2008; ECKELMAN; CHERTOW, 2009; SOPHA et al., 2009; JENSEN et al., 2011), que vem cada vez mais sendo apontada como uma forma de reduzir os impactos ambientais causados pela produção industrial (ECKELMAN; CHERTOW, 2009).

A Simbiose Industrial proporciona um tratamento analítico que permite entender como grupos de empresas cooperam na busca de vantagem competitiva. As pesquisas sobre Simbiose Industrial examinam a gestão cooperativa de recursos entre indústrias, para identificar e compreender os benefícios econômicos, ambientais e sociais relacionados com as práticas de interação e seu significado para as redes de empresas (BAIN et al., 2010), conforme demonstrado na Figura 5.

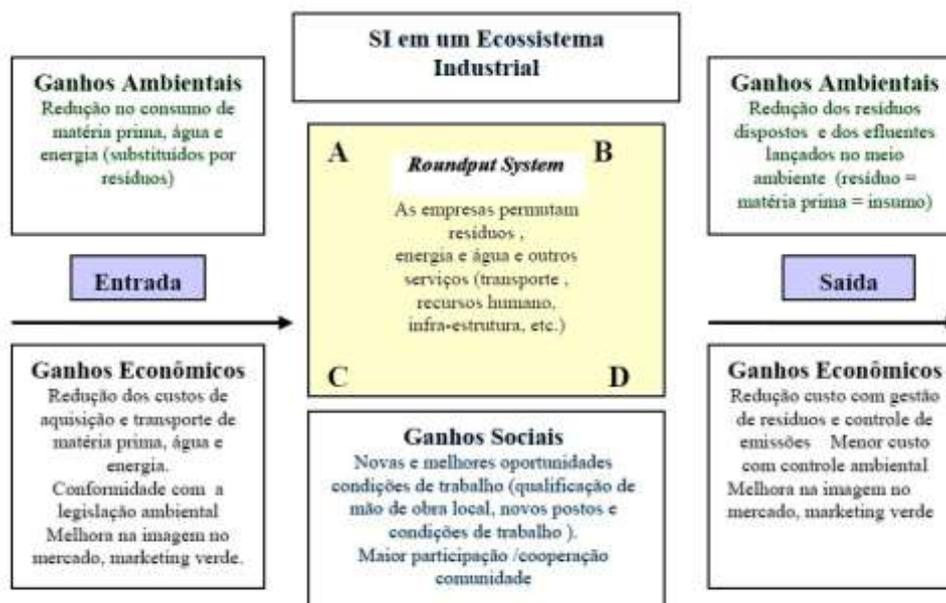


Figura 5: Benefícios da Simbiose Industrial
Fonte: Korhonen (2005); Veiga (2007)

As práticas de relações simbióticas podem ocorrer em diversas escalas, seja entre empresas em proximidade local, ou em nível nacional. Relações em nível nacional ocorre através de programas como o “*National Industrial Symbiosis Partnership* do Reino Unido” (ECKELMAN; CHERTOW, 2009, p. 2550).

Os conceitos da simbiose industrial salientam que as indústrias devem ser organizadas ao longo da ferramenta de um ecossistema, com vistas ao meio ambiente e à economia. Definem que as indústrias tradicionalmente separadas devem se integrar em uma abordagem coletiva para obter vantagens competitivas que envolvem trocas como forma de alcançar o desenvolvimento ambientalmente sustentável das atividades industriais (CHERTOW, 2000; YANG; FENG, 2008).

A Simbiose Industrial comumente é caracterizada pela troca física de entre empresas colaboradoras (SOPHA et al., 2009). Entretanto, pode ser considerado um aspecto importante da Simbiose Industrial o estabelecimento de acordos entre as empresas normalmente não relacionadas, que leva a eficiência dos recursos (MATTILA et al., 2010; JENSEN et al., 2011).

O desenvolvimento e operacionalização da simbiose industrial dependem de diversos fatores em diferentes domínios. De acordo com Heeres; Vermeulen, (2004) e Sopha et al. (2009), para a Simbiose Industrial acontecer, as relações precisam estar alinhadas com os domínios Técnico, Econômico, Político, Informacional, e Organizacional. Em suma, o

conceito básico de Simbiose Industrial é a tentativa de o homem aprender e aplicar os princípios do ecossistema natural ao sistema industrial (SOPHA et al., 2009).

A evolução das práticas de SI pode ocorrer de forma planejada ou de forma espontânea, a exemplo da SI de Kalundborg, na Dinamarca, o mais clássico exemplo de SI tratado pela literatura em Parque Industrial Ecológico (PIE).

3.3.2 Parque Industrial Ecológico (PIE)

O conceito de Parques Industriais Ecológicos (PIE) começou a ser desenvolvido em meados da década de 90, pelo US-EPA (VEIGA, 2007; ROSENTHAL, BELL, MCGALLIARD, 1998 apud VEIGA; MAGRINI, 2012). O PIE “é um instrumento de gestão ambiental cooperativa, que busca atingir o desenvolvimento sustentável ao integrar em um único instrumento seus três pilares - ambiental, econômico e social” (VEIGA; MAGRINI, 2012, p. 2). De acordo com as autoras os PIEs “podem ocorrer de duas formas: co-localizados ou virtuais”, conforme demonstrado no Quadro 6.

Sumariamente, um Parque Industrial Ecológico é definido como uma comunidade de negócios em busca de melhorias em suas performances ambientais e econômicas, colaborando no gerenciamento ambiental incluindo energia, água e materiais, levando a ganhos econômicos, qualidade ambiental, melhorias tanto para o homem, a instituição e comunidade local. Um Parque Industrial Ecológico não possui uma única forma ou padrão, além de possuir diferentes aspectos socioculturais da região onde está instalado (TANIMOTO, 2004).

| | |
|----------------------------|---|
| PIEs co-localizados | Nos PIEs co-localizados as indústrias se localizam em “clusters”, onde a proximidade física facilita o desenvolvimento de sinergias, maiores oportunidades para integração e cooperação entre os atores envolvidos. Os PIEs co-localizados podem ainda ser desenvolvidos em distritos industriais em operação ou abandonados, os denominados “ <i>brownfield sites</i> ”, onde algum tipo de relação já existe, a infraestrutura pré-existente pode ser adaptada para atender as necessidades dos novos integrantes ou ainda em “ <i>greenfield sites</i> ”, onde o PIE é planejado do zero (<i>from scratch</i>) considerando o desenvolvimento de potenciais sinergias e parcerias (resíduos, água, energia, serviços, instalações) entre as possíveis indústrias parceiras (VEIGA; MAGRINI, 2012, p. 2). |
| PIEs virtuais | Nos PIEs virtuais as indústrias estão localizadas em uma região, articulando-se em redes (diferentes áreas / municípios), aumentando assim a possibilidade de sinergias visto existir uma gama maior de atores e conseqüentemente uma maior diversidade de resíduos gerados e permutados (VEIGA; MAGRINI, 2012, p. 2). |

Quadro 6: Organização de parques industriais ecológicos

Fonte: Elaboração própria

Em um PIE, várias empresas ou fábricas podem ser unidas por fluxos que permitem que os subprodutos e resíduos de uma empresa possam ser usados como matérias-primas ou

energias para a produção de outros produtos por outra empresa, formando uma relação industrial simbiótica (TIEJUN, 2010).

É importante ressaltar que, conforme visto no capítulo 2, o principal diferencial entre Parques Industriais e a terminologia Rede de Empresas, é que nestes, as empresas atuam em um mesmo segmento industrial (PORTER, 1998; PETTER, 2012). Não obstante, o desafio desta pesquisa está em elaborar uma metodologia/ferramenta capaz de avaliar a presença de práticas de Simbiose Industrial em ambientes tanto de Parques Industriais, como naqueles com aspectos diferenciados que é o caso de rede de empresas.

Portanto, esta pesquisa, ao verificar a existência de indícios de Simbiose Industrial em ambientes improváveis, bem como seu determinado estágio, resultará em alternativas para evolução e fortalecimento das práticas.

Ademais, de acordo com Chertow (2007), Pakarinen et al. (2010), Lehtoranta et al. (2011), a prática de SI que evolui espontaneamente, demonstra-se mais durável e funcional do que aquela construída especificamente com essa finalidade. Tal afirmação ressalta a necessidade de um instrumento que possibilite um diagnóstico eficaz, permitindo a identificação da Simbiose Industrial para se traçar estratégias que permeiem o Desenvolvimento Sustentável das empresas.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

As etapas da pesquisa e os procedimentos metodológicos utilizados e para a elaboração da presente dissertação serão apresentados a seguir.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica pode ser classificada em diversas formas e aspectos. Os principais aspectos de classificação dessa pesquisa foram identificados conforme segue.

Do ponto de vista do objeto: Esta pesquisa objetiva principalmente desenvolver e testar uma ferramenta capaz de avaliar a existência e o nível de relações de simbiose industrial em rede de empresas.

Quanto a forma da pesquisa - natureza e abordagem do problema: esta pesquisa busca desenvolver uma metodologia combinando a medição de valores numéricos, o relacionamento dos valores com as práticas, e a existência das práticas para determinação da intensidade. Portanto, a pesquisa é considerada do tipo quanti-qualitativa.

4.1.1 Objetivo da Pesquisa

Os objetivos desta pesquisa podem ser considerados de ordem exploratória e descritiva de acordo com Gil (1991), que define:

Pesquisa Exploratória: Este tipo de pesquisa envolve levantamento bibliográfico, entrevistas, análise de exemplos que facilitem a compreensão. Portanto, para proporcionar maior familiaridade com o problema, um levantamento sistemático sobre as principais práticas de Simbiose Industrial foi realizado.

Pesquisa Descritiva: busca descrever características de determinada população, fenômeno ou estabelece relações entre variáveis. Para isso, utiliza técnicas padronizadas para coleta de dados como, por exemplo, questionário e observação sistemática.

Assim, baseado na ferramenta teórico, dois questionários foram elaborados: o primeiro buscando atribuir pesos para as esferas a serem pesquisadas; o segundo; para coletar os dados e avaliar a Simbiose Industrial nas rede de empresas.

Método de Abordagem: Visando ampliar as possibilidades de análise e obtenção das respostas, essa pesquisa utiliza o método dedutivo, por possibilitar uma cadeia de

raciocínios, que conforme apresentado pelo referencial teórico, decorre de uma análise geral para uma particular. Teoricamente, esse trabalho prediz a ocorrência de práticas de Simbiose Industrial em rede de empresas.

4.2 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS – BASE TEÓRICA PARA A FERRAMENTA

Percebeu-se, a partir da revisão bibliográfica inicial, que as relações de Simbiose Industrial fazem parte de um nível de atuação da Ecologia Industrial, que ocorrem principalmente entre empresas. Fatores como compartilhamento de recursos materiais, energia, água e subprodutos entre empresas localizadas próximas foram identificados como principais características no processo de Simbiose Industrial. Portanto, este trabalho utiliza **cortes longitudinais**, pois se busca analisar o efeito de um aspecto.

Com esse objetivo, segue-se um **critério sistemático**, a fim de identificar as inter-relações básicas da Simbiose Industrial para seguir com o desenvolvimento de uma ferramenta.

O desenvolvimento da revisão sistemática está baseado na metodologia ProKnow-C. Por meio do portal *ISI Web of Knowledge*, obteve-se o JCR de 2010. Como procedimento adotado para esta pesquisa, selecionaram-se as categorias *Engineering, Environmental e Engineering, Industrial*.

O procedimento adotado de busca de periódicos foi o portal Capes, pelo número de ISSN de cada periódico. Periódicos não disponibilizados pelo portal serão descartados. Os periódicos possuem formatos diferentes e publicam artigos com diversas características, mas para esta análise será considerado todos os tipos de artigos. Como critério de busca em cada periódico definiu-se o termo “*Industrial Ecology*” e “*Industrial Cluster*”, tendo como corte temporal artigos publicados a partir de 2008.

Na categoria *Engineering, Environmental* constam 45 periódicos com FI variando de 9.333 até 0.261. Para a presente pesquisa utilizou-se como critério todos os artigos que se enquadram no percentil 70 ($FI \geq 1.032$), totalizando 32 periódicos. Dos 32 periódicos em maior fator de impacto na categoria *Engineering, Environmental*, cinco não estão disponíveis na base Capes. Assim foram pesquisados os 27 periódicos na categoria *Engineering, Environmental* (Apêndice A).

Na categoria *Engineering, Industrial* constam 38 periódicos com FI variando de 2.993 até 0.062. Utilizou o mesmo critério de seleção, sendo selecionados os periódicos que

se enquadram no percentil 70 ($FI \geq 0.655$), totalizando 27 periódicos. Dos 27 periódicos na categoria *Engineering, Industrial*, quatro também não estão disponível na base Capes. Assim foram pesquisados os 23 periódicos na categoria *Engineering, Industrial* (Apêndice B).

Na sequência realizou-se a filtragem pelo resumo e exclusão dos artigos repetidos, restando os artigos para leitura integral, para então construir a ferramenta.

Após a filtragem por resumo e artigos repetidos, obteve-se o resultado para leitura integral conforme demonstrado a Tabela 1.

Tabela 1: Total de artigos selecionados para leitura integral

| | <i>Engineering, Environmental</i> | <i>Engineering, Industrial</i> | TOTAL |
|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------|
| <i>Industrial Ecology</i> | 34 | 14 | 48 |
| <i>Industrial Cluster</i> | 4 | 3 | 7 |
| TOTAL | 38 | 17 | 55 |

Fonte: Elaboração própria

Após a leitura integral dos artigos, segue-se então a identificação das relações básicas da Simbiose Industrial para seguir com o desenvolvimento de uma ferramenta. Entretanto, para analisar o grau de importância das variáveis – a fim de traçar o diagnóstico – uma base matemática capaz de avaliar o grau de importância de cada uma das relações se faz necessária. Os procedimentos técnicos para tanto serão apresentados no item 5.3.

4.3 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS – BASE MATEMÁTICA PARA A FERRAMENTA

A Teoria do Conjunto *Fuzzy* foi elaborada pelo matemático Lofti Zadeh e as bases da teoria foram publicadas em 1965 na Revista *Information and Control* (OLIVEIRA JR., 2006; OLIVEIRA, 2012).

Em suma, os conjuntos *fuzzy* auxiliam pesquisadores a conceituarem fenômenos social e político como conjuntos de limites imprecisos que variam entre “completa pertinência” e “exclusão total” (KLIR; YUAN, 1995).

De acordo com Zadeh (1988), um ponto central sobre a lógica *fuzzy* é que esta visa modelar os modos imprecisos do raciocínio, que desempenham um papel essencial na capacidade de tomar decisões racionais em um ambiente de incerteza e imprecisão. Esta capacidade depende, por sua vez, da capacidade humana de inferir uma resposta aproximada

para uma pergunta baseada em uma base de conhecimento que é inexata, incompleta ou não totalmente fiável.

4.3.1 Lógica Fuzzy

A metodologia do conjunto *fuzzy* é muito diversificada, refletindo em muitas maneiras de aplicação de atribuições do conjunto *fuzzy* (RAGIN; PENNING, 2005).

Algumas características da Lógica *Fuzzy*, de acordo com Oliveira (2012, p. 34) são demonstradas no Quadro 7.

| Características | Exemplo |
|--|---|
| Está baseada em palavras e não em números, ou seja, os valores verdades são expressos linguisticamente | Quente, muito frio, verdade, longe, perto, rápido, vagaroso, médio. |
| Possui vários modificadores de predicado. | Muito, mais ou menos, pouco, bastante, médio. |
| Possui um amplo conjunto de quantificadores | Poucos, vários, em torno de, usualmente. |
| Faz uso das probabilidades linguísticas que são interpretados como números nebulosos | Provável e improvável. |

Quadro 7: Características da Lógica *Fuzzy*

Fonte: Elaboração Própria

As principais vantagens da Lógica *Fuzzy* de acordo com Oliveira (2012, p. 34-35) são:

- Possibilidade de captura do pensamento humano a partir da utilização de variáveis linguísticas;
- Necessidade de poucas regras, valores e decisões;
- Simplicidade de solução de problemas e de aquisição da base do conhecimento;
- Possibilidade de avaliar variáveis advindas de simples observações, tendo em vista que a Lógica Nebulosa pode absorver o conhecimento de especialistas.

As pontuações de pertinência *fuzzy* abordam o grau em que **cada variável** pertence ao conjunto – diferente de análises multivariadas como o método AHP, que utiliza em seu processo de tomadas de decisões uma estrutura hierárquica dos critérios de avaliação do problema (GOMES et al., 2004). Assim, conjuntos *fuzzy* identificam estados qualitativos, enquanto ao mesmo tempo, avaliam diversos graus de associação entre a plena inclusão e exclusão total. Neste sentido, um conjunto *fuzzy* pode ser visto como uma variável contínua propositadamente calibrada para indicar o grau de pertinência em um determinado conjunto (RAGIN; PENNING, 2005).

No contexto de análise das variáveis de Simbiose Industrial, é necessário então identificar o grau de pertinência das respostas dos especialistas, para depois identificar a pertinência de cada variável.

Um conjunto *fuzzy* A definido no universo de discurso X é caracterizado por uma função de pertinência μ_A , a qual mapeia os elementos de X para o intervalo [0,1].

$$\mu_{A:X} \rightarrow [0,1]$$

Desta forma, a função de pertinência associa a cada elemento x pertencente a X um número real $\mu_{A(x)}$ no intervalo [0,1], que representa o grau de pertinência do elemento x ao conjunto A, isto é, o quanto é possível para o elemento x pertencer ao conjunto A.

$$\mu_{A(x)}: x \rightarrow [0,1], \mu_{A(x)} = 0$$

$$0 < \mu_{A(x)} < 1$$

$$\mu_{A(x)} = 1$$

A pontuação 1 indica a “afirmação” total da alternativa em um conjunto, a pontuação próxima de 1 (por exemplo, 0,8 ou 0,9) indicam a associação forte, mas não total em um conjunto, pontuação inferior a 0,5, mas maior que 0 (por exemplo, 0,2 e 0,3) indicam que os objetos estão mais “fora” do que “dentro”, mas embora fracos ainda são membros de um conjunto, e uma pontuação de 0 indica a completa “negação” do membro em um conjunto. Assim, conjuntos *fuzzy* combinam avaliação qualitativa e quantitativa: 1 e 0 são atribuições qualitativas (“completa pertinência” e “exclusão total”, respectivamente); valores entre 0 e 1 indicam a associação parcial. A pontuação de 0,5 também é qualitativamente ancorada, pois indica o ponto de máximo da ambiguidade (imprecisão) na avaliação se um caso está mais “Dentro” ou “Fora” de um conjunto (RAGIN; PENNING, 2005).

Após a aplicação do questionário baseado na lógica *fuzzy*, torna-se necessário estabelecer uma metodologia para analisar os dados e fornecer um parecer sobre os resultados. O questionário é composto por Q questões, sendo que cada questão possui N níveis (alternativas). O questionário será aplicado para uma amostra de K pessoas. Após a aplicação dos questionários, obtém-se um conjunto de valores de pertinência (CHWIF, 2002, p. 465):

$$\mu_{qk}(n) (0 \leq \mu_{qk}(n) \leq 1), \text{ onde } q = 1..Q, k = 1..K \text{ e } n = 1..N$$

Para testar a consistência dos dados, o conjunto *fuzzy* gerado para cada questão por cada indivíduo precisa ser convexo conforme equação abaixo:

$$\forall x, y \in X \forall \lambda \in [0,1]: \\ \mu_A(\lambda.x + (1-\lambda).y) \geq \min(\mu_A(x), \mu_A(y))$$

Existem diversas técnicas de defuzzificação. Optou-se pelo método de defuzzificação do centro de gravidade (CDA) tomando em relação aos valores de pertinência correspondente a cada nível. Assim, “o valor pontual ou *crisp* de uma resposta baseada na Lógica *Fuzzy* é dado por” (CHWIF, 2002, p. 465):

$$V = \frac{\sum n \cdot \mu_q(n)}{\sum \mu_q(n)} \text{ para } n = 1..N$$

Depois da aplicação dos questionários, há uma massa de dados de K indivíduos. Visando que o conjunto obtido reflita a opinião de todos os respondentes, será aplicada uma técnica baseada na média, de forma obter um conjunto *fuzzy* representativo para cada questão do questionário. Matematicamente, obtém-se para cada questão q (q = 1..Q) um conjunto *fuzzy* agregado A_q :

$$A_q = (\mu_q(1)|1 + \mu_q(2)|2 + \dots + \mu_q(N)|N) \\ \text{Onde } \mu_q(n) = \frac{(\sum \mu_{qi}(n))}{K} \text{ para } i = 1..K$$

De acordo com Oliveira JR. (1999), “a Função Verdade de um Conjunto *Fuzzy* representa as propriedades semânticas do conceito. A modelagem do sistema será tão melhor quanto mais próxima a função verdade mapear o comportamento do fenômeno”.

Desta maneira, de acordo com Oliveira (2012, p. 32), a Lógica *Fuzzy* “é capaz de absorver informações vagas, normalmente descritas em uma linguagem natural e convertê-las para um formato numérico, de fácil manipulação computacional, procurando modelar o modo impreciso do raciocínio humano e auxiliar na habilidade humana de tomar decisões”.

4.4 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA

Dos artigos selecionados na categoria *Engineering*, *Environmental*, e na categoria *Engineering, Industrial*, com as palavras-chave *Industrial Cluster* e *Industrial Ecology*, identificou-se as principais relações básicas conforme demonstrado no Quadro 8.

| Definição | | |
|---|---|--|
| A definição de Simbiose Industrial ocorre por meio de três principais transações simbióticas: | | |
| Intercâmbio de subprodutos | Compartilhamento de utilitários e/ou serviços | Cooperação em gestão |
| Utilização de resíduos de outras empresas como matérias-primas; | Como no tratamento de água para reaproveitamento, energia, tratamento resíduos; | Cooperação nas questões de interesse comum como planejamento, treinamento ou gestão da sustentabilidade. |
| Autores: Schmidt; Schwegler (2008); Bailey et al. (2008); Yang; Feng (2008); Zhang et al. (2008); Eckelman; Chertow (2009); Geng et al. (2009); Veiga; Magrini, (2009); Heidrich et al. (2009); Li, (2009); Liwarska-Bizukojc et al. (2009); Kovanda et al. (2009); Schönsleben et al. (2010); Mattila et al. (2010); Bain et al. (2010); Pakarinen et al. (2010); Tiejun (2010); Sopha et al. (2010); Anh et al. (2011); Taskhiri et al. (2011); Coli et al. (2011); Schoenherr, (2011); Goldstein et al. (2011); Jensen et al. (2011); Lehtoranta et al. (2011); Rodríguez et al. (2011); Mu et al. (2011); Zhang et al. (2011); Coelho et al. (2012); Despeisse et al. (2012); Ohnishi et al. (2012); Smith; Ball, (2012); Zhu et al. (2012). | | |

Quadro 8: Esferas de relações da Simbiose Industrial
Fonte: Elaboração Própria

A literatura enfatiza a troca de resíduos ou intercâmbio de subprodutos como a principal característica do desenvolvimento da Simbiose Industrial. Este é um importante elemento, mas se o objetivo é a sustentabilidade, é necessário uma perspectiva abrangente que envolva aspectos econômicos, sociais e ecológicos (VEIGA; MAGRINI, 2009). Portanto, uma ferramenta voltada para o diagnóstico de Simbiose Industrial precisa estar alinhado com os seus principais domínios de funcionamento.

4.4.1 Domínios de Funcionamento da Simbiose Industrial

A literatura sobre Simbiose Industrial aponta alguns domínios essenciais para que seja formada a rede de interação como: necessidade de técnica e recurso econômico, organizacional, da natureza do processo de tomada de decisão, conscientização sobre os aspectos de informação e *know-how* e atitudes dos atores (EHRENFELD; GERTLER, 1997; KORHONEN, 2001; HEERES; VERMEULEN, 2004; SOPHA et al., 2009). Algumas abordagens consideram esses fatores como barreiras para o funcionamento da Simbiose

Industrial. Em outras, são considerados como fatores de sucesso. Os domínios de funcionamento da Simbiose Industrial são definidos conforme demonstrado no Quadro 9.

| Domínios | Definição | Fatores |
|---|---|---|
| Técnico | A relação é tecnicamente viável em termos químicos, físicos e espaciais entre os fluxos de troca, compatível entre as necessidades e capacidades, e com custos de tecnologias acessíveis. | Mão de obra; Estrutura física; Estrutura logística. |
| Econômico | A relação deve ser economicamente viável ou não apresentar riscos econômicos em termos de custos dos insumos virgens, no valor dos resíduos e fluxo de subprodutos, transação e custos de oportunidade, tamanho do investimento de capital e taxas de desconto. | Investimentos; Retorno financeiro; Competitividade. |
| Político | Causada por diversos aspectos de leis e regulamentos ambientais como políticas internacionais, elementos fiscais e impostos, taxas, multas, subsídios e créditos. | Elementos fiscais; Multas; Linhas de crédito; Políticas. |
| Informativo | As pessoas certas necessitam da informação correta no momento correto. O acesso e a disponibilidade de informação relevante entre as áreas e com correto direcionamento, e um contínuo gerenciamento da informação. | Ações de gestão da informação. |
| Organizacional e institucional | O objetivo precisa estar alinhado com a estrutura organizacional da empresa em diversos níveis, em termos de confiança, abertura, maturidade ambiental, nível de interação social e proximidade, disponibilidade local na tomada de decisão, história da organização, a natureza de interação entre as indústrias, formuladores de políticas, e cultura organizacional (familiaridade). | Missão; Visão; Planejamento estratégico. |
| Autores: Ehrenfeld; Gertler (1997); Korhonen (2001); Heeres; Vermeulen; (2004); Yang; Feng (2008); Sopha et al. (2009); Kovanda et al. (2009); Bain et al. (2010); Schönsleben et al. (2010); Schönsleben et al. (2010); Taskhiri et al. (2011); Coelho et al. (2012); Despeisse et al. (2012); Chertow; Lifset, 2013. | | |

Quadro 9: Domínios de funcionamento da Simbiose Industrial

Fonte: Elaboração Própria

Embora a literatura apresente as principais relações necessárias para a definição de Simbiose Industrial, um modelo para a realização da avaliação das atividades não foi encontrado.

Entretanto, para o desenvolvimento de um modelo teórico, é importante conhecer as características que implicam no seu desenvolvimento.

4.4.1.1 Critérios para o desenvolvimento de um modelo

Os modelos são representações simplificadas e inteligíveis do mundo, que permitem vislumbrar características essenciais de um domínio ou campo de estudo (SAYÃO, 2001). Eles “buscam a formalização do universo através de meios de expressões controláveis pelo ser humano; derivam da necessidade humana de entender a realidade aparentemente complexa do universo envolvente” (SAYÃO, 2001, p. 83).

Ainda, um modelo “é uma criação cultural destinada a representar uma realidade, ou alguns de seus aspectos, a fim de torná-los descritíveis qualitativa e quantitativamente e, algumas vezes, observáveis” (SAYÃO, 2001, p. 83).

Critérios para o desenvolvimento de um modelo:

- **Precisão:** deve representar a realidade de forma suficientemente próxima para permitir a tomada de decisões com base em seus resultados;
- **Simplicidade:** a ferramenta deve possuir um número reduzido de parâmetros e variáveis além de uma estrutura que representa somente a essência do sistema;
- **Robustez:** deve representar bem a realidade com o menor número possível de parâmetros (critério associado à validação da ferramenta);
- **Transparência:** o usuário pode testar a ferramenta e fazer experiências diversas (introduzir alterações);
- **Adequação:** a ferramenta deve dispor de formas de interação com o usuário que sejam claras, simples e inequívocas (depende do tipo, formação, experiência e conhecimento do usuário).

Os modelos são sistemas representativos da estrutura e comportamento de fenômenos. É um mecanismo que explica o funcionamento do fenômeno, revelando o inter-relacionamento de seus componentes (LEITE, 2000).

Os componentes da ferramenta podem ser variáveis endógenas (de controle), variáveis exógenas (não controláveis) e parâmetros. As variáveis endógenas são as variáveis que exprimem as consequências das variáveis exógenas. As variáveis exógenas são consideradas não controláveis e introduzem informações externas necessárias à ferramenta (LEITE, 2000). Já os parâmetros, são valores estáveis, geralmente constantes.

O mecanismo consubstanciado em um modelo pode ser representado graficamente conforme Figura 6.

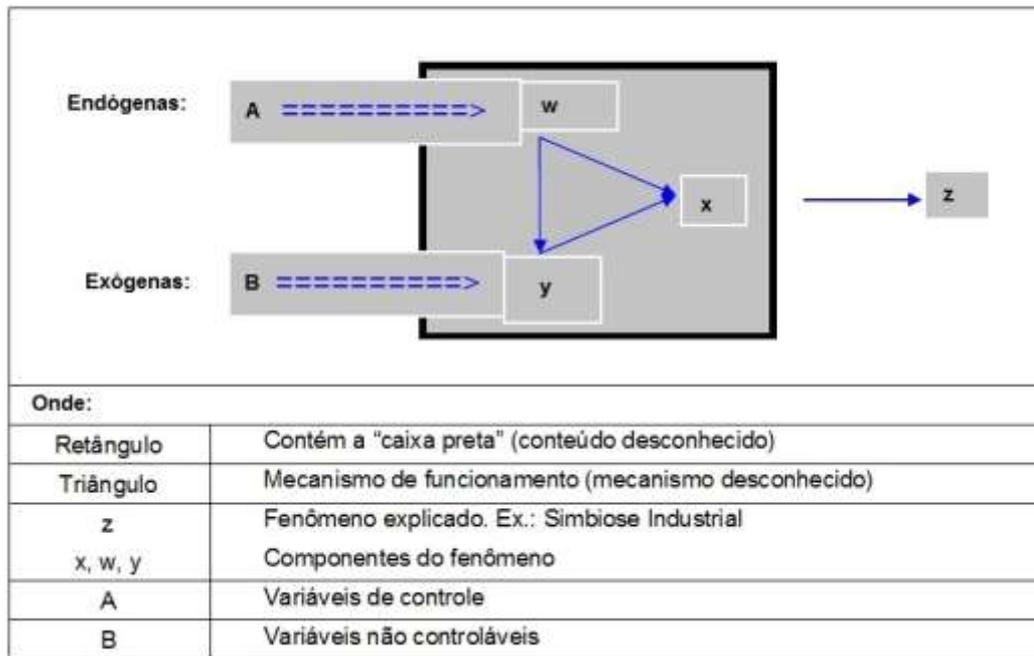


Figura 6: Mecanismo consubstanciado em um modelo.

Fonte: Adaptado de Leite (2000).

Diante das principais características que implicam no desenvolvimento de um modelo, e após identificadas as principais relações necessárias para a definição de Simbiose Industrial, um modelo teórico, base para o desenvolvimento da ferramenta de avaliação das atividades de SI foi desenvolvido.

5 RESULTADOS

Para realizar a avaliação do estágio (ou nível) de evolução da Simbiose Industrial, é necessário identificar as principais relações de Simbiose Industrial e o grau de importância de cada uma das relações em cada um dos principais domínios necessários para que seja definida Simbiose Industrial.

Partindo dessa proposição, desenvolveu-se então a estrutura de análise para diagnóstico das relações básicas da Simbiose Industrial, conforme ilustrado na Figura 7.

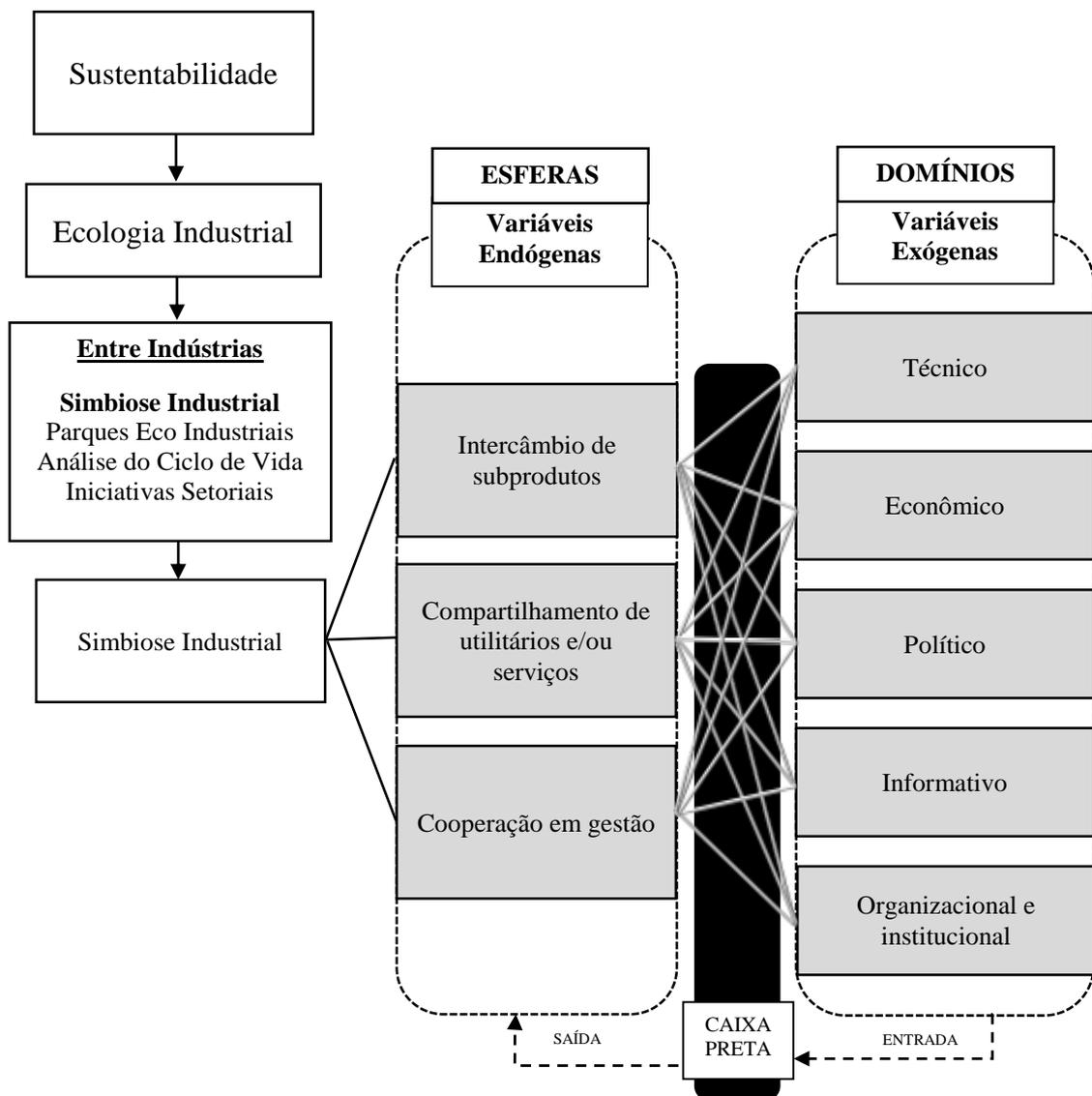


Figura 7: Estrutura de análise das inter-relações de Simbiose Industrial: esferas e domínios
Fonte: Elaboração Própria

O fenômeno de Simbiose Industrial ocorre dentro da caixa preta que não pode ser aberta. Entretanto, é possível observar o fenômeno z, Simbiose Industrial, e especula-se o seu mecanismo de causação invisível (caixa preta). Observa-se o fenômeno descobrindo que alguns fenômenos como intercâmbio de subprodutos, compartilhamento de utilitários e/ou serviços, cooperação em gestão, aspectos técnicos, aspetos econômicos, políticas de incentivo, estrutura informacional, estrutura organizacional e institucional; estão relacionados com a Simbiose Industrial. Alguns desses fenômenos são passíveis de controle da rede de empresas, mas outros são resultantes do comportamento individual de cada empresas ou até mesmo sofrem influencias da conjuntura macroeconômica nacional e internacional.

Contudo, para realizar a avaliação do estágio (ou nível) de evolução da Simbiose Industrial, é necessário identificar o grau de importância de cada uma das três principais esferas de relações de Simbiose Industrial em cada um dos principais domínios necessários para que seja definida uma Simbiose Industrial.

5.1 SINTETIZAÇÃO DOS FATORES

Para identificar o grau de importância de cada uma das correlações, um **Questionário 1** (Apêndice C) foi elaborado compreendendo as variáveis básicas das principais relações de Simbiose Industrial, apresentadas na Figura 7. A elaboração das questões contou com a colaboração de pesquisadores e membros da ISIE – *International Society for Industrial Ecology*, por meio de diversas rodadas de apoio e ajuste.

Após realizados todos os ajustes recomendados na elaboração das questões, buscou-se especialistas do tema para responder o questionário. Estes especialistas foram selecionados para atribuir o grau de importância das correlações. Dois grupos foram selecionados:

- *Kalundborg Symbiosis*: Localizado na Dinamarca, o Parque Eco Industrial de Kalundborg iniciou suas atividades em 1963. “É o exemplo clássico de simbiose industrial mais comentado na literatura internacional” (VEIGA, 2007, p. 39). O Parque Eco Industrial de Kalundborg é um ecossistema industrial, onde o produto residual de uma empresa é utilizado como um recurso por outra empresa, num ciclo fechado, resultando em benefícios econômicos e ambientais mútuos.

- *Industrial Symbiosis Linked in group*: O Linked in é uma ferramenta profissional. O grupo de Simbiose Industrial no Linked in foi criado em 13 de março de 2009 e conta com mais de 600 membros entre alunos, professores e especialistas do tema de diversas partes do mundo. O grupo é comprometido em promover discussão e informação sobre o tema. Os participantes debatem diariamente sobre tópicos relacionados (IS LINKED IN, 2013).

Os grupos de especialistas selecionados refletem conhecimento e experiências relacionadas à Simbiose Industrial em diversas partes do mundo. Buscando diminuir a subjetividade, as opções de respostas foram elaboradas baseadas na Lógica *Fuzzy*, pois, de acordo com seu conceito, “toda a experiência do especialista pode (e deve) ser capturada, transformando subjetividade em graus de pertinência, raciocínio em base de regras, tomada decisão em inferência/defuzzificação” (OLIVEIRA JR., 2006, p.17).

Na primeira etapa, buscando a compreensão da dinâmica da Simbiose Industrial obteve-se os resultados dos questionários aplicados aos especialistas. O questionário ficou disponível no período de 10 de abril de 2013 até 10 de maio de 2013 para todos os membros do *IS Linked in group*. Com relação ao *Kalundborg Symbiosis*, o questionário foi encaminhado ao canal de comunicação.

As escalas de respostas variam entre 1 (Sem importância), 2 (Pouco importante), 3 (Moderado), 4 (Importante), 5 (Muito Importante) e grau de certeza entre 0,00 (negação total da alternativa) e 0,10 (afirmação total da alternativa). Assim a resposta 3,85 por exemplo, representa entre moderado e importante com uma tendência forte a ser importante.

Entre os dois grupos de especialistas para os quais foram enviados questionários, retornaram 12 (doze) preenchidos. Ao testar a consistência dos dados, houve um conjunto *fuzzy* gerado não convexo e um conjunto inconsistente, portanto foram descartados. Assim restaram 10 (dez) questionários válidos.

Os resultados foram apurados baseados na Lógica *Fuzzy* e estão separados com identificação do país de cada respondente, estes pertencentes ao grupo de especialistas do *Industrial Symbiosis Linked in group*. A linha “*Kalundborg*” representa a resposta dos especialistas do Parque Eco Industrial *Kalundborg Symbiosis*, na Dinamarca. As resultados apurados na esfera Intercâmbio de Subprodutos estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados dos graus de importância – esfera Intercâmbio

| Especialistas/ Esfera-domínio | 1 Intercâmbio | 1.1 Técnica | 1.2 Econômica | 1.3 Política | 1.4 Informativa | 1.5 Organizacional |
|--|------------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| USA | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 1 |
| Alemanha | 3,43 | 4,56 | 4,56 | 3,15 | 3,71 | 3,54 |
| Inglaterra | 3,50 | 3,33 | 2,60 | 3,50 | 3,25 | 3,40 |
| Suécia | 3,86 | 4,00 | 3,71 | 3,76 | 3,72 | 3,95 |
| <i>IS Linked In</i> Portugal | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| Holanda | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 1,00 | 2,58 | 2,58 |
| Taiwan | 4,00 | 4,00 | 3,83 | 4,17 | 3,83 | 4,00 |
| Dinamarca | 4,04 | 4,04 | 3,96 | 4,00 | 4,00 | 2,04 |
| Espanha | 2,36 | 3,18 | 3,26 | 3,33 | 3,29 | 3,40 |
| <i>Kalundborg Symbiosis</i> Kalundborg | 4,04 | 4,14 | 4,09 | 4,04 | 4,04 | 4,04 |
| MÉDIA | 3,84 | 4,14 | 4,02 | 3,40 | 3,64 | 3,10 |
| DESVPAD | 0,67 | 0,60 | 0,74 | 1,15 | 0,67 | 0,98 |

Fonte: Elaboração própria

Os resultados apurados na esfera Compartilhamento de utilitários e/ou serviços estão demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados dos graus de importância – esfera Compartilhamento

| Especialistas/ Esfera-domínio | 2 Compartilhamento | 2.1 Técnica | 2.2 Econômica | 2.3 Política | 2.4 Informativa | 2.5 Organizacional |
|--|-----------------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| USA | 3 | 5 | 5 | 1 | 5 | 1 |
| Alemanha | 2,71 | 2,48 | 4,42 | 2,00 | 2,29 | 3,88 |
| Inglaterra | 3,33 | 3,29 | 3,67 | 3,40 | 3,40 | 2,60 |
| Suécia | 3,58 | 3,64 | 3,83 | 3,88 | 3,81 | 3,92 |
| <i>IS Linked In</i> Portugal | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| Holanda | 3,62 | 4,17 | 4,17 | 1,40 | 4,06 | 4,22 |
| Taiwan | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 3,83 | 4,17 |
| Dinamarca | 3,00 | 3,40 | 3,40 | 2,60 | 3,96 | 3,96 |
| Espanha | 2,84 | 3,47 | 3,46 | 3,00 | 3,00 | 0,00 |
| <i>Kalundborg Symbiosis</i> Kalundborg | 4,04 | 4,04 | 4,04 | 4,09 | 4,09 | 4,09 |
| MÉDIA | 3,43 | 3,87 | 4,12 | 3,05 | 3,74 | 3,08 |
| DESVPAD | 0,53 | 0,78 | 0,57 | 1,30 | 0,72 | 1,48 |

Fonte: Elaboração própria

Os resultados apurados na esfera Cooperação em Gestão estão demonstradas na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados dos graus de importância – esfera Cooperação em Gestão

| Especialistas/ Esfera-domínio | 3 Cooperação | 3.1 Técnica | 3.2 Econômica | 3.3 Política | 3.4 Informativa | 3.5 Organizacional |
|--|-----------------|----------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------------|
| USA | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| Alemanha | 4,50 | 4,50 | 4,53 | 3,63 | 4,42 | 4,43 |
| Inglaterra | 3,40 | 3,40 | 3,33 | 3,33 | 3,29 | 3,29 |
| Suécia | 3,96 | 4,00 | 3,79 | 3,92 | 3,91 | 3,88 |
| <i>IS Linked In</i> Portugal | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| Holanda | 4,17 | 4,17 | 4,17 | 1,09 | 4,17 | 4,22 |
| Taiwan | 4,17 | 4,17 | 3,83 | 4,17 | 4,17 | 4,17 |
| Dinamarca | 4,04 | 3,00 | 3,40 | 3,40 | 3,40 | 3,29 |
| Espanha | 3,50 | 3,40 | 3,00 | 3,30 | 3,33 | 3,00 |
| <i>Kalundborg Symbiosis</i> Kalundborg | 4,04 | 4,09 | 4,09 | 4,04 | 4,09 | 4,04 |
| MÉDIA | 3,98 | 3,87 | 4,01 | 3,49 | 3,78 | 3,83 |
| DESVPAD | 0,57 | 0,46 | 0,68 | 1,02 | 0,48 | 0,67 |

Fonte: Elaboração própria

Utilizando a regra de arredondamento, foi possível estabelecer o grau de importância de cada inter-relação conforme demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5: Sintetização dos graus de importância das inter-relações

| | | | | | |
|---------------------|-------------|---------------|--------------|-----------------|--------------------|
| 1. Intercâmbio | 1.1 técnica | 1.2 econômica | 1.3 política | 1.4 informativa | 1.5 organizacional |
| 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 2. Compartilhamento | 2.1 técnica | 2.2 econômica | 2.3 política | 2.4 informativa | 2.5 organizacional |
| 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 3. Cooperação | 3.1 técnica | 3.2 econômica | 3.3 política | 3.4 informativa | 3.5 organizacional |
| 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |

Fonte: Elaboração própria

Os resultados representam um cenário valioso, pois estão de encontro com a abordagem da revisão de literatura, onde o intercâmbio de subproduto é apontado como fator chave da Simbiose Industrial, bem como a importância na esfera Cooperação, pois é a força desta que torna possível a realização efetiva nas demais esferas.

5.1.1 Análise dos Resultados e Estrutura de avaliação

Nas três esferas principais Intercâmbio, Compartilhamento e Gestão, o desvio-padrão foi relativamente menor do que quando analisadas a inter-relação com os domínios. Isso demonstra uma uniformidade nas respostas dos especialistas e representam que independente do país ou da gama de conhecimento do especialista, a importância das variáveis “Esferas” tem uma uniformidade.

Com relação à inter-relação das esferas com os domínios, por serem estas sujeitas à interferências externas – como cultura empresarial do país, cenário macroeconômico, etc. – e ao ser a amostra composta por respondentes de escala geográfica global, a uniformidade das respostas foi menor, o que justifica o desvio-padrão maior em alguns domínios analisados.

Para melhor representação gráfica posterior, as escalas de respostas 1 (Sem importância), 2 (Pouco importante), 3 (Moderado), 4 (Importante), 5 (Muito Importante) utilizadas para atribuição de pesos pelos especialistas foram transformadas em decimais. Assim, a escala 1 (um) tornou-se corresponde ao grau máximo de resposta da empresa e, em cada esfera e domínio, o valor correspondente ao atribuído pelos especialistas para ser considerado Simbiose Industrial estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6: Indicadores de intensidade esferas/domínios

| 1. Indicador de intensidade em Intercâmbio de Subprodutos - IIS | 1.1 Indicador de intensidade de fatores técnicos – | 1.2 Indicador de intensidade de fatores econômicos - | 1.3 Indicador de intensidade de fatores políticos - | 1.4 Indicador de intensidade de fatores informativos | 1.5 Indicador de intensidade de fatores organizacionais - | Média dos domínios |
|--|--|--|---|--|---|--------------------|
| | FT _{IIS} | FE _{IIS} | FP _{IIS} | - FI _{IIS} | FO _{IIS} | |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,60 | 0,80 | 0,60 | 0,72 |
| 2. Indicador de intensidade em Compartilhamento de utilitários e/ou serviços - IICU | 2.1 Indicador de intensidade de fatores técnicos - | 2.2 Indicador de intensidade de fatores econômicos - | 2.3 Indicador de intensidade de fatores políticos - | 2.4 Indicador de intensidade de fatores informativos | 2.5 Indicador de intensidade de fatores organizacionais - | Média dos domínios |
| | FT _{IICU} | FE _{IICU} | FP _{IICU} | - FI _{IICU} | FO _{IICU} | |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 0,60 | 0,80 | 0,80 | 0,60 | 0,80 | 0,60 | 0,72 |
| 3. Indicador de intensidade em Cooperação em Gestão - IICG | 3.1 Indicador de intensidade de fatores técnicos - | 3.2 Indicador de intensidade de fatores econômicos - | 3.3 Indicador de intensidade de fatores políticos - | 3.4 Indicador de intensidade de fatores informativos | 3.5 Indicador de intensidade de fatores organizacionais - | Média dos domínios |
| | FT _{IICG} | FE _{IICG} | FP _{IICG} | - FI _{IICG} | FO _{IICG} | |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,60 | 0,80 | 0,80 | 0,76 |

Fonte: elaboração própria

A partir disso foi possível a formulação do gráfico de manobra da Avaliação de Simbiose Industrial – ASI, demonstrado na Figura 8, cujo valor máximo em cada esfera 1 (um) e o valor mínimo resulta dos graus de importância atribuídos pelos especialistas.

Um **ajuste na metodologia foi realizado, considerando o desvio-padrão nas respostas dos especialistas**. Assim, foi estabelecido um intervalo baseado na média da soma

dos domínios e entre o valor de intensidade atribuído em cada esfera. Este intervalo foi denominado como “Intervalo de Desenvolvimento”.

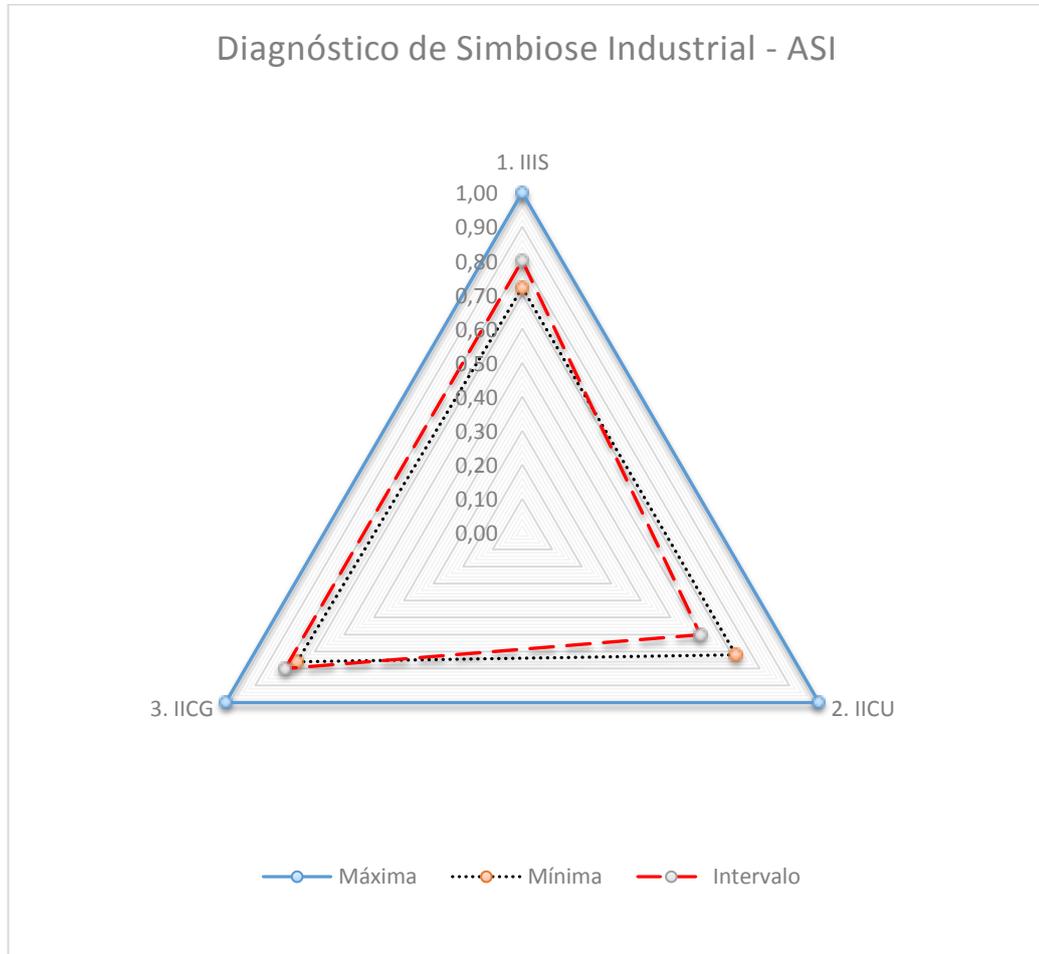


Figura 8: Gráfico de manobra ASI
Fonte: Elaboração própria

O gráfico de manobra na esfera Intercâmbio de Subprodutos, composto pela análise dos vértices de cada domínio, cujos valores máximos é 1 (um) e os valores mínimos resultam dos graus de importância atribuídos pelos especialistas, está representado na Figura 9.

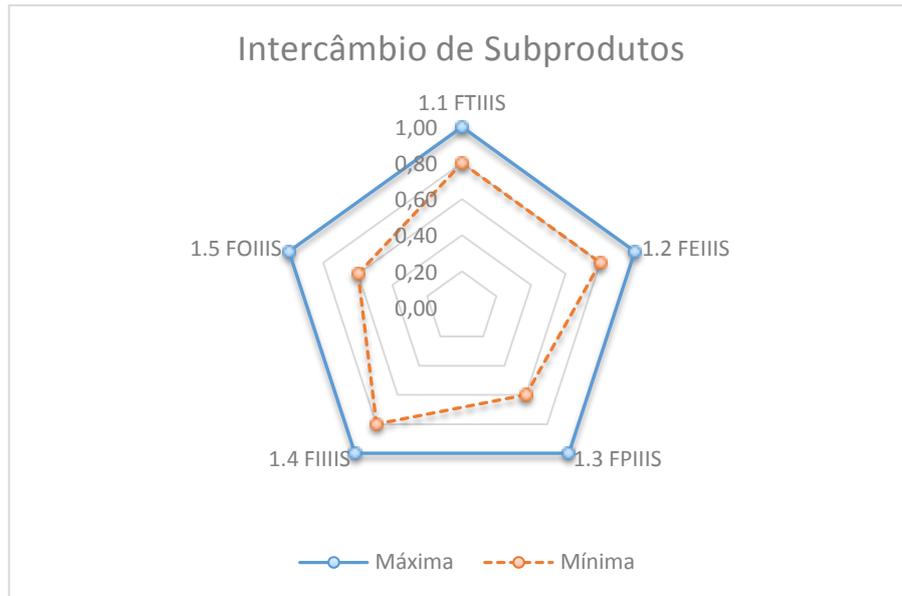


Figura 9: Gráfico de manobra – Intercâmbio de Subproduto
Fonte: Elaboração própria

O gráfico de manobra na esfera Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços, representado na Figura 10, é composto pela análise dos vértices de cada domínio, cujos valores máximos é 1 (um) e os valores mínimos resultam dos graus de importância atribuídos pelos especialistas.

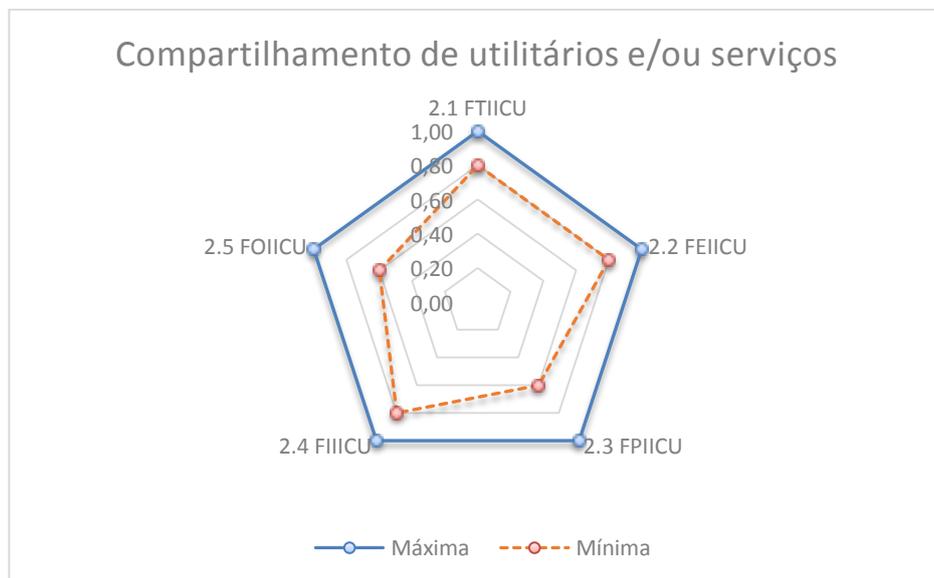


Figura 10: Gráfico de manobra – Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços
Fonte: Elaboração própria

O gráfico de manobra na esfera Cooperação em Gestão é composto pela análise dos vértices de cada domínio, cujos valores máximos é 1 (um) e os valores mínimos resultam dos graus de importância atribuídos pelos especialistas, segue representado na Figura 11.

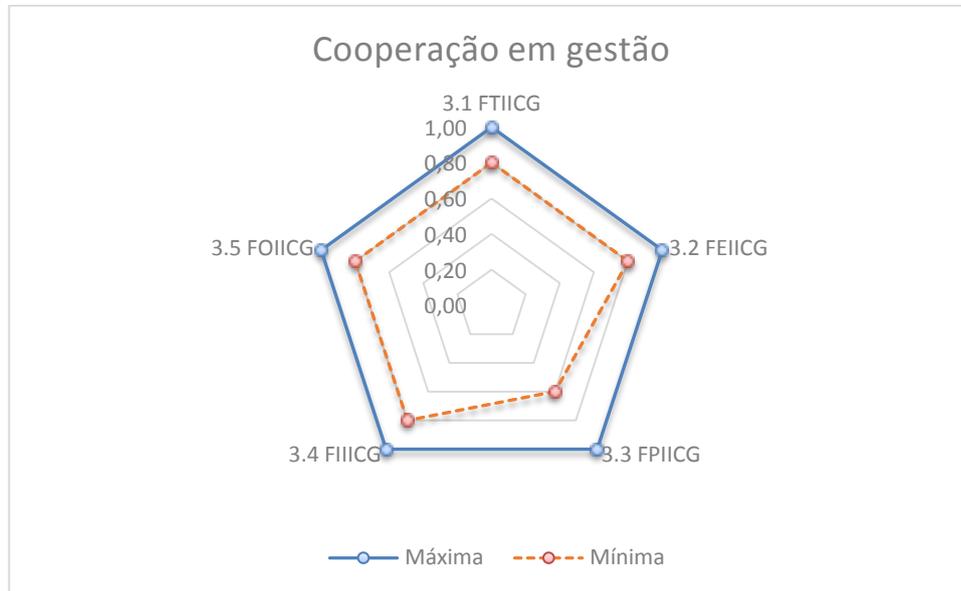


Figura 11: Gráfico de manobra – Cooperação em Gestão
Fonte: Elaboração própria

Em posse do grau de importância das relações e estabelecidos os gráficos de manobra para a estrutura de análise das relações de Simbiose Industrial, segue-se com o desenvolvimento do instrumento para diagnóstico. Para a aplicação da ferramenta junto às empresas, foi necessário desenvolver um instrumento de pesquisa a partir da ferramenta teórico, capaz de atender a cada inter-relação entre esferas e domínios.

Buscando abranger todos os fatores de inter-relação, questões objetivas foram elaboradas para compor um instrumento do tipo Questionário. O **Questionário 2** (Apendice E) foi elaborado a partir do estudo de Petter (2012, p. 44-49). Nesse estudo, os fatores relacionados a cooperação em redes foram elencados conforme demonstrado no Quadro 10.

A partir dos fatores de inter-relação relacionados à cooperação em redes, estes foram alinhados de acordo ações práticas nos domínios **técnico, econômico, político, informacional e organizacional**, para as questões de análise da **Cooperação em Gestão**. O mesmo procedimento foi utilizado nas esferas de análise de **Intercâmbio de Subprodutos e Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços**, alinhados de acordo com ações práticas em cada domínio, resultando no desenvolvimento do questionário. Na sequência, para melhor direcionamento do instrumento, foram realizadas rodadas de discussão junto aos

pesquisadores do Grupo EORE sobre sua elaboração, auxiliando em um maior refinamento das questões que compõem o questionário.

| | |
|--|--|
| Confiança e Comprometimento: | Nível de interação e comunicação entre as empresas da rede; Afinidade entre as empresas da rede; Cooperação entre as empresas da rede. |
| Complementaridade e Reciprocidade (Sinergia): | Relacionamento cooperativo entre as empresas da rede em relação a complementaridade e reciprocidade; Tempo e esforços investidos de cada empresa da rede; Aumento de estabilidade; Remoção dos obstáculos, restrições e limitações; Resultados por meio da cooperação ao longo do tempo. |
| Troca de experiências e Aprendizagem: | Coesão interna da rede; Aprendizagem coletiva; Estímulo à geração e difusão do conhecimento. |
| Histórico e Identidade (Cultura): | Histórico antecedente à rede; Alinhamento cultural. |
| Compartilhamento e Equidade: | Equidade de direitos e deveres; Expressão de objetivos comuns; Dependência recíproca entre as empresas associadas. |
| Gerenciamento de conflitos e incompatibilidades: | Gerenciamento de incompatibilidades entre as empresas parceiras; Administração de conflitos internos à rede; Capacidade de administrar diferentes expectativas e interesses das empresas em relação à rede. |
| Cooperação Competitiva | Compartilhamento de ferramentas competitivas entre parceiros; Administração e controle de atitudes oportunistas; Controle das ações de rivalidade. |
| Controle e Padronização: | Mecanismos de gestão e controle; Diversidade dos parceiros e Padronização (afinidade) de estrutura. |
| Adaptabilidade e Alinhamento: | Capacidade de adaptação e mobilização; Alinhamento estratégico. |
| Interdependência e Heteronomia: | Interdependência e autonomia das empresas na gestão do negócio. |
| Governança: | Formalização da governança e a relação entre as empresas da rede; Gestão de links externos à rede. |
| Externalidades: | Proximidade entre as empresas da rede. |

Quadro 10: Fatores relacionados a cooperação em redes

Fonte: Adaptado de Petter (2012)

Para avaliar se cada variável ocorre efetivamente na rede em cada domínio, cada inter-relação do produto cartesiano esferas-domínio foi desdobrada em indicadores. Os indicadores são relacionados às ações práticas elaboradas nas questões, das quais cada empresa constituinte da rede analisada executa ou não. Cada um dos indicadores/ações oferecem as opções de valor de 0 e 1, sendo: o valor 0 correspondente à não execução da ação

e o valor 1 correspondente à execução da ação. Assim, como cada indicador representa uma ação prática, o gestor da empresa terá duas opções de resposta: Sim (1) e Não (0).

Portanto, a elaboração das questões que compõem o instrumento compreendem – em cada esfera e em cada domínio – aspectos e termos de funcionamento destacados na Figura 5 e nos Quadros 8 e 9, nos aspectos da ferramenta de Petter (2012), e, nas experiências dos pesquisadores do grupo EORE, que auxiliaram na elaboração. Não obstante, para cada esfera-domínio, a quantidade de questões elaboradas foram variadas, conforme apresenta a Tabela 7.

Tabela 7: Conjuntos de questões por esferas/domínios

| Questões Esferas/ Domínios | 1. Intercâmbio de subprodutos | 2. Compartilhamento de utilitários e/ou serviços | 3. Cooperação em gestão | TOTAL DE QUESTÕES |
|----------------------------|-------------------------------|--|-------------------------|-------------------|
| FT | {q1, q2.. q6} | {q34, q35.. q37} | {q63, q67.. q103} | 51 |
| FE | {q7, q8.. q13} | {q38, q39.. q44} | {q104, q105.. q120} | 31 |
| FP | {q14, q15, q16} | {q45, q46, q47} | {q121, q122, q123} | 9 |
| FI | {q17, q18.. q22} | {q48, q49.. q53} | {q124, q125.. q137} | 26 |
| FO | {q23, q24.. q33} | {q54, q55.. q62} | {q138, q139.. q160} | 43 |
| TOTAL DE QUESTÕES | 33 | 29 | 98 | 160 |

Fonte: Elaboração própria

O Método de cálculo dos Indicadores em cada esfera, dado pelo Indicador de intensidade em Intercâmbio de Subprodutos – IIS, cujo valor máximo é 1 (um), é calculado conforme a equação 1.

$$IIS = \frac{FT_{IIS} + FE_{IIS} + FP_{IIS} + FI_{IIS} + FO_{IIS}}{5} \quad (1)$$

O Método de cálculo dos domínios estão apresentados no Quadro 11.

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| $FT_{IIS} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FE_{IIS} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FP_{IIS} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FI_{IIS} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FO_{IIS} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ |
| Onde: X = média aritmética; x_i = valor das variáveis; n = número de elementos do conjunto (em cada domínio). | | | | |

Quadro 11: Método de cálculo dos domínios na esfera Intercâmbio de Subprodutos

Fonte: Elaboração própria

O Indicador de intensidade em Compartilhamento de utilitários e/ou serviços – IICU cujo valor máximo é 1 (um) é calculado a partir da equação 2.

$$IICU = \frac{FT_{IICU} + FE_{IICU} + FP_{IICU} + FI_{IICU} + FO_{IICU}}{5} \quad (2)$$

O Método de cálculo dos domínios estão apresentados no Quadro 12.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| $FT_{IICU} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FE_{IICU} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FP_{IICU} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FI_{IICU} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FO_{IICU} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ |
| Onde: X = média aritmética; x_i = valor das variáveis; n = número de elementos do conjunto (em cada domínio). | | | | |

Quadro 12: Método de cálculo dos domínios na esfera Compartilhamento de utilitários e/ou serviços
Fonte: Elaboração própria

O Indicador de intensidade em Cooperação em Gestão – IICG cujo valor máximo é 1 (um) pode ser calculado quando utilizada a equação 3.

$$IICG = \frac{FT_{IICG} + FE_{IICG} + FP_{IICG} + FI_{IICG} + FO_{IICG}}{5} \quad (3)$$

O Método de cálculo dos domínios estão apresentados no Quadro 13.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| $FT_{IICG} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FE_{IICG} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FP_{IICG} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FI_{IICG} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ | $FO_{IICG} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ |
| Onde: X = média aritmética; x_i = valor das variáveis; n = número de elementos do conjunto (em cada domínio). | | | | |

Quadro 13: Método de cálculo dos domínios na esfera Cooperação em Gestão
Fonte: Elaboração própria

Os gráficos de manobra em cada esfera são formados por vértices de representatividade de cada domínio. Portanto, ao ser o objeto de estudo uma rede de empresas, é necessário que seja calculada a média aritmética do total empresas entrevistadas em cada um dos domínios, conforme equação 4.

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

Sendo:

X = média aritmética;

x_i = valor das variáveis;

n = quantidade de variáveis.

A aplicação da metodologia desenvolvida demonstrará se as premissas básicas abordadas pela literatura para desenvolvimento da Simbiose Industrial estão presentes nas rede de empresas. Ademais, o resultado do produto cartesiano desenvolvido na metodologia, pelo cruzamento das esferas **Intercâmbio de Subprodutos, Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços e Cooperação em Gestão** com os domínios **técnico, econômico,**

político, informacional e organizacional, auxiliará na determinação da intensidade destas, fornecendo um Diagnóstico de Simbiose Industrial – ASI.

5.2 TESTE PILOTO E APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

O desenvolvimento e o teste empírico de modelos proporciona a compreensão da dinâmica dos sistemas, identificando diversos aspectos e suas interações. Por meio da simulação, o efeito de compressão de tempo e espaço das interações no sistema revela que estas interações normalmente levam longos períodos para evoluírem (SOPHA et al., 2009).

A fim de identificar a validade da ferramenta em avaliar aspectos da Simbiose Industrial e intensidade das inter-relações, esta etapa compreende o procedimento técnico de levantamento e aplicação piloto do instrumento.

Definição da população e da amostra: a dissertação realizada por Petter (2012), pesquisador do grupo EORE – Engenharia Organizacional e Redes de Empresas – da UTFPR *campus* Ponta Grossa, no Núcleo dos Moveleiros da ACIC da Associação Industrial e Comercial de Concórdia, SC, apontou que este núcleo apresenta “um bom desempenho cooperativo, com ações maduras e complexas tanto de inter-relacionamento quando de competências internas” (PETTER, 2012, p. 83). O Núcleo conta com 8 empresas, sendo estas distribuídas nas cidades de Peritiba, Concórdia e Seara. Os fatores de maturidades do inter-relacionamento bem como a acessibilidade às empresas, foram os motivadores para o teste piloto do instrumento nesta rede.

Coleta de dados: A coleta de dados ocorreu por meio de um formulário eletrônico, enviado para o gestor de cada empresa. Cada esfera se inicia com uma análise de cenário que antecede as questões da metodologia. O questionário também disponibiliza um campo para “Sugestões ou informações adicionais” em cada esfera de análise, possibilitando flexibilidade para identificação da necessidade do ajuste do instrumento.

O questionário foi enviado para todas as empresas pertencentes à rede. Dos questionários enviados, obteve-se um retorno de 50% respondidos. O teste piloto identificou dois ajustes necessários no instrumento de pesquisa, para uso futuro: ordem de numeração das questões; correção da questão trinta e três (q33).

Análise de cenário: Uma análise do cenário de cada esfera foi realizada precedendo a tabulação dos dados. Os conjuntos de questões {1: 1.a, 1.b, 1.c}, {2: 2.a, 2.b} e {3: 3.a, 3.b} foram aplicados com o objetivo de conhecer o cenário das empresas e da rede (tipo de

transações existentes, insumos intercambiados, etc.) bem como com o objetivo de identificar pontos que podem ser utilizados para o aprimoramento futuro da metodologia. Os resultados destas questões estão demonstrados no Anexo F.

Tabulação e Análise dos resultados: Os dados coletados foram submetidos aos métodos de cálculo dos domínios apresentados nos Quadro 11, 12 e 13 e aplicados às equações (1), (2) e (3) das quais obteve-se os valores necessários para o cálculo da média aritmética do total empresas entrevistadas em cada um dos domínios, conforme equação (4).

Apresentação e divulgação dos resultados: De acordo com as respostas das empresas, obteve-se os resultados demonstrados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados por empresa em cada Esfera/Domínio

| | Questões Esfera/ Domínios | Conjuntos de questões | EMPRESAS | | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------|----------|------|------|------|-------------|-------------|
| | | | A | B | C | D | MÉDIA | DESVPAD |
| | | | | | | | | |
| 1. Intercâmbio de subprodutos | FT | {q1, q2.. q6} | 0,17 | 0,00 | 0,67 | 0,17 | 0,25 | 0,29 |
| | FE | {q7, q8.. q13} | 0,14 | 0,00 | 0,43 | 0,14 | 0,18 | 0,18 |
| | FP | {q14, q15, q16} | 0,67 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,33 | 0,38 |
| | FI | {q17, q18.. q22} | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0,00 | 0,08 | 0,17 |
| | FO | {q23, q24.. q33} | 0,18 | 0,00 | 0,64 | 0,27 | 0,27 | 0,27 |
| | MÉDIA POR EMPRESA | | 0,23 | 0,00 | 0,55 | 0,12 | | |
| 2. Compartilhamento de utilitários e/ou serviços | FT | {q34, q35.. q37} | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,58 |
| | FE | {q38, q39.. q44} | 0,00 | 0,00 | 0,86 | 0,57 | 0,36 | 0,43 |
| | FP | {q45, q46, q47} | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,50 |
| | FI | {q48, q49.. q53} | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 0,47 |
| | FO | {q54, q55.. q62} | 0,00 | 0,00 | 0,89 | 0,44 | 0,33 | 0,43 |
| | MÉDIA POR EMPRESA | | 0,20 | 0,00 | 0,62 | 0,60 | | |
| 3. Cooperação em gestão | FT | {q63, q67.. q103} | 0,41 | 0,54 | 0,88 | 0,49 | 0,58 | 0,21 |
| | FE | {q104, q105.. q120} | 0,41 | 0,18 | 0,76 | 0,35 | 0,43 | 0,25 |
| | FP | {q121, q122, q123} | 0,67 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,42 | 0,50 |
| | FI | {q124, q125.. q137} | 0,14 | 0,50 | 0,86 | 0,57 | 0,52 | 0,29 |
| | FO | {q138, q139.. q160} | 0,30 | 0,65 | 0,78 | 0,52 | 0,57 | 0,20 |
| | MÉDIA POR EMPRESA | | 0,39 | 0,37 | 0,86 | 0,39 | | |

Fonte: Elaboração própria

Os resultados do teste piloto possibilitaram gerar os resultados das empresas nos gráficos de manobras, para em seguida efetuar o cálculo do Indicador de intensidade em cada esfera.

5.2.1 Análise e Discussão da Aplicação

Após sintetizar os resultados apresentados na Tabela 9, gerou-se os gráficos de manobra com os resultados da rede em nos domínios de cada esfera.

Tabela 9: Sintetização dos resultados das empresas em cada Esfera/Domínio

| | | 1.1 FT _{IIS} | 1.2 FE _{IIS} | 1.3 FP _{IIS} | 1.4 FI _{IIS} | 1.5 FO _{IIS} | MÉDIAS |
|---------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------|
| 1. Intercâmbio | MÉDIA | 0,25 | 0,18 | 0,33 | 0,08 | 0,27 | 0,22 |
| | DESVPAD | 0,29 | 0,18 | 0,38 | 0,17 | 0,27 | 0,10 |
| | | 2.1 T _{IICU} | 2.2 E _{IICU} | 2.3 P _{IICU} | 2.4 FI _{IICU} | 2.5 FO _{IICU} | |
| 2. Compartilhamento | MÉDIA | 0,50 | 0,36 | 0,25 | 0,33 | 0,33 | 0,35 |
| | DESVPAD | 0,58 | 0,43 | 0,50 | 0,47 | 0,43 | 0,09 |
| | | 3.1 FT _{IICG} | 3.2 FE _{IICG} | 3.3 FP _{IICG} | 3.4 FI _{IICG} | 3.5 FO _{IICG} | |
| 3. Cooperação | MÉDIA | 0,58 | 0,43 | 0,42 | 0,52 | 0,57 | 0,50 |
| | DESVPAD | 0,21 | 0,25 | 0,50 | 0,29 | 0,20 | 0,08 |

Fonte: Elaboração própria

A Figura 12 apresenta o gráfico de manobra com os resultados das empresas nos domínios da esfera **Intercâmbio de Subprodutos**. Nela, possível observar, que, embora os **Fatores Informacionais** foram atribuídos pelos especialistas como fatores de importância elevada, este é o resultado que carece de maior atenção na rede. Ademais, pode-se afirmar que, de acordo com a metodologia proposta, não houve nenhum resultado dos domínios na esfera Intercâmbio de Subprodutos suficiente para ser considerado como um aspecto de Simbiose Industrial.

Nota-se contudo, que, entre os domínios analisados, os **Fatores Políticos** nesta esfera foram os que mais se aproximaram do indicador mínimo de Simbiose Industrial. Os fatores políticos incluem instrumentos de ordem regulatória como normas, leis, políticas, etc. De acordo com Lehtoranta et al. (2011), tais medidas para que as empresas passem a atuar com a produção voltada para a sustentabilidade vem obtendo sucesso em seu cumprimento.

Portanto, políticas voltadas para o desenvolvimento das práticas se mostram como medida eficaz na evolução de um projeto de Simbiose Industrial.

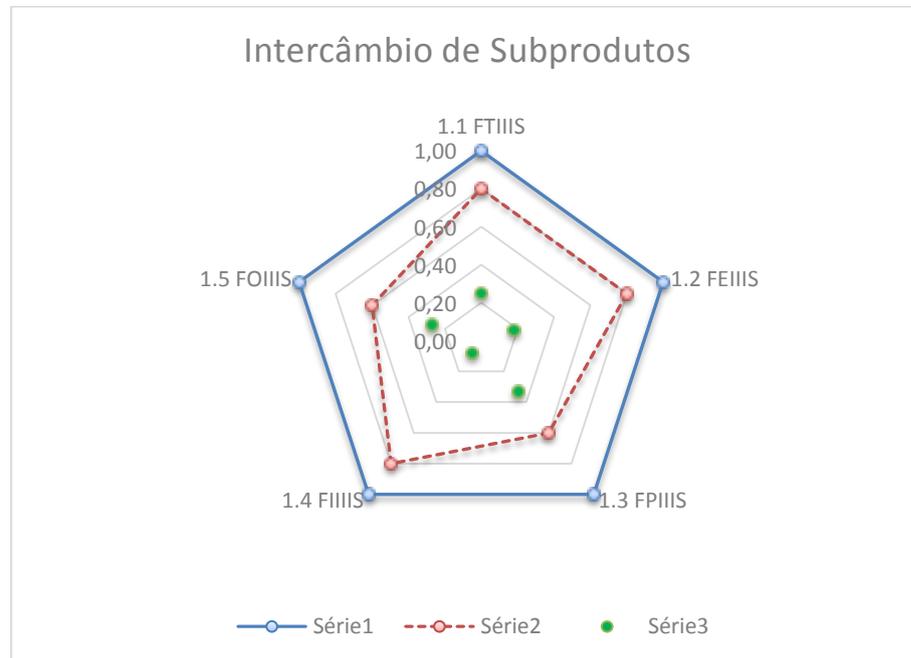


Figura 12: Gráfico de manobra dos resultados – Intercâmbio de Subprodutos
Fonte: Elaboração Própria

A Figura 13 apresenta o gráfico de manobra com os resultados das empresas nos domínios da esfera **Compartilhamento de utilitários e/ou serviços**.

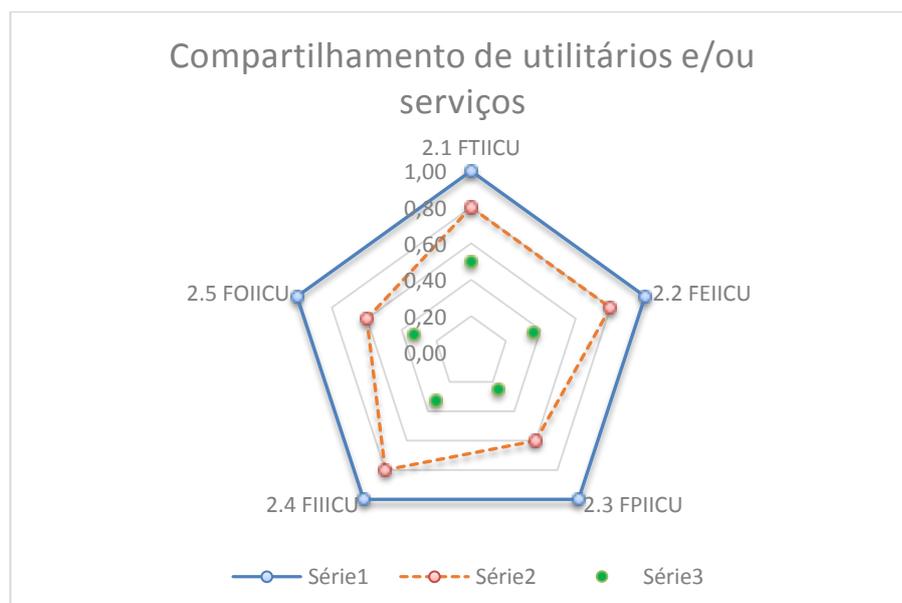


Figura 13: Gráfico de manobra dos resultados – Compartilhamento de Utilitários e/ou Serviços
Fonte: Elaboração Própria

Novamente se pode afirmar que, de acordo com a metodologia proposta, não houve nenhum resultado dos domínios na esfera Compartilhamento de utilitários e/ou serviços suficiente para ser considerado como um aspecto de Simbiose Industrial.

No entanto, os **Fatores Políticos** nesta esfera foram os que se mostraram mais distantes do indicador mínimo de Simbiose Industrial enquanto os **Fatores Técnicos** foram os que mais se aproximaram o indicador mínimo. A viabilidade técnica engloba aspectos físicos e espaciais compatível entre as necessidades e capacidades, envolve fatores de mão de obra, estrutura física e estrutura logística, entre outras. A acessibilidade ao compartilhamento destes fatores, a necessidade e a minimização de custos indica possíveis razões para que esta prática seja a mais próxima do indicador mínimo de Simbiose Industrial.

A Figura 14 apresenta o gráfico de manobra com os resultados das empresas nos domínios da esfera **Cooperação em Gestão**.

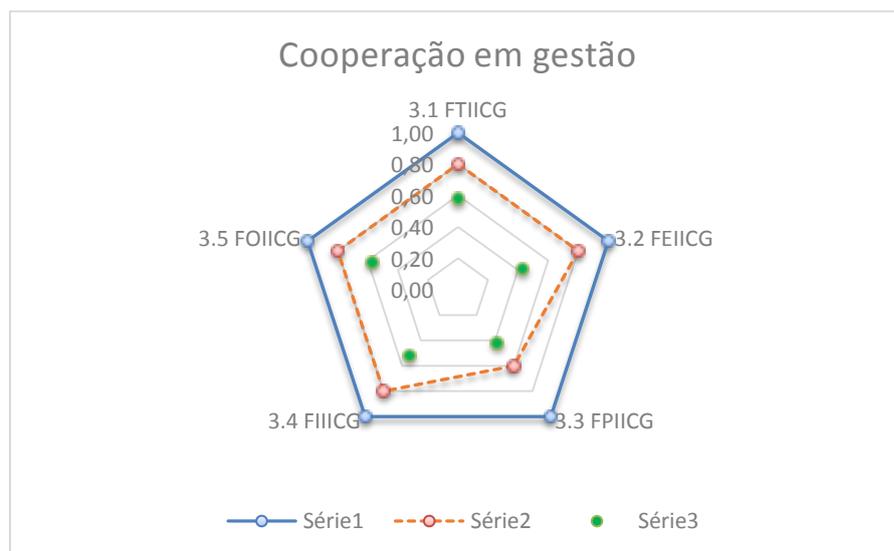


Figura 14: Gráfico de manobra dos resultados – Cooperação em Gestão
Fonte: Elaboração Própria

A pesquisa realizada no mesmo núcleo por Petter (2012), na análise de cooperação e competências, apontou que este núcleo apresenta um bom desempenho cooperativo e maturidade tanto nas ações de inter-relacionamento quando de competências internas.

Apesar da maturidade nas ações de inter-relacionamento, os indicadores obtidos nos domínios desta esfera não foram suficientes para serem considerados como um aspecto de Simbiose Industrial.

Entretanto, é a esfera que apresentou os resultados mais próximos dos indicadores mínimos de Simbiose Industrial. O aspecto de cooperação e o acordo comum entre as

empresas que operam no mesmo aglomerado são apontados como importantes no desenvolvimento de um projeto de Simbiose Industrial e como fundamentais para garantir um ambiente de produção seguro e confiável (HEIKKILÄ et al., 2010; LEHTORANTA et al., 2011).

Em posse das análises dos indicadores em cada domínio das esferas, foi realizada a formulação dos resultados no gráfico de manobra da **Avaliação de Simbiose Industrial – ASI**, que segue representado na Figura 15.



Figura 15: Gráfico de manobra do resultado da Avaliação de Simbiose Industrial
Fonte: Elaboração própria

Como foi observado nas análises das esferas, pode-se afirmar que, de acordo com a metodologia proposta, não houve nenhum resultado de Simbiose Industrial no Núcleo dos Moveleiros da ACIC da Associação Industrial e Comercial de Concórdia, SC.

Entretanto, o Diagnóstico atingiu seu objetivo ao tornar possível a identificação simples e clara dos pontos mais próximos do indicador mínimo de SI, bem como os fatores que denotam as principais lacunas existentes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa atingiu o objetivo geral de **desenvolver um modelo para o diagnóstico de Simbiose Industrial**. As seguintes etapas foram aplicadas de acordo com seus objetivos específicos de:

a) **Realizar uma revisão sistemática dos aspectos que compõem práticas de Simbiose Industrial:** A realização de uma revisão sistemática possibilitou formar o portfólio bibliográfico e o quadro de análise dos desdobramentos da Ecologia Industrial, que por sua vez permitiu se extrair os principais aspectos que compõem práticas de Simbiose Industrial.

b) **Identificar as práticas de Simbiose Industrial e suas correlações:** A identificação das práticas de Simbiose Industrial e suas correlações possibilitou o desenvolvimento da ferramenta teórico, para então, se estabelecer um método de atribuição de pesos às esferas e domínios necessários ao fomento da metodologia contida na ferramenta. Esta etapa incluiu a seleção da lógica *Fuzzy* como método de análise.

c) **Desenvolver a metodologia e um instrumento de aplicação:** Esta etapa possibilitou estruturação de uma metodologia da qual aplica indicadores de intensidade desenvolvidos para as esferas e domínios de funcionamento da Simbiose Industrial. Em seguida, um instrumento para a aplicação da metodologia capaz de obter os dados para a geração da Avaliação de Simbiose Industrial foi desenvolvido, acompanhado de um método de cálculo matemático para tratamento dos dados, tornando a ferramenta passível de aplicação, compilação e resultados.

d) **Aplicar a metodologia em uma rede de empresas, analisando os aspectos potenciais de desenvolvimento da Simbiose Industrial:** Ocorreu nesta etapa a aplicação piloto da metodologia contida na ferramenta de avaliação de Simbiose Industrial, que possibilitou a análise dos aspectos potenciais de desenvolvimento da SI a partir do resultado da rede de empresas. Além disso, a aplicação do teste piloto possibilitou a análise dos aspectos potenciais de desenvolvimento do próprio instrumento de aplicação e da metodologia, ou seja, da ferramenta como um todo.

Ao cumprir seus objetivos, esta pesquisa responde a sua pergunta de partida sobre: *Como avaliar a presença de práticas de Simbiose Industrial em redes de empresas?*

Ao desenvolver e aplicar o teste piloto da ferramenta de avaliação de Simbiose Industrial, os resultados refletiram um modelo que possui uma estrutura básica e flexível para aprimoramentos, mas com uma capacidade de adaptação a diferentes cenários. Esta

flexibilidade e potencial de aprimoramento trazem grande contribuição para o estudo da Simbiose Industrial em redes de empresas.

A aplicação da ferramenta possibilitou um diagnóstico de diversos aspectos da rede, compreendidos nas esferas e domínios de análise da Simbiose Industrial, sendo o objetivo da avaliação voltado para aumentar o desenvolvimento da Simbiose Industrial em redes de empresas. Os benefícios advindos do desenvolvimento de um projeto de Simbiose Industrial abrangem o pilar econômico, social e ambiental da rede. Assim, a importância de se avaliar a existência da Simbiose Industrial – seus aspectos potenciais e o nível de intensidade das inter-relações – corroboram os benefícios advindos com o seu desenvolvimento.

Os resultados do teste piloto e das etapas do desenvolvimento da ferramenta forneceram uma série de aspectos relacionados à sua aplicabilidade, flexibilidade, particularidades e principalmente relacionados aos aspectos de amadurecimento da ferramenta.

Aplicabilidade e flexibilidade: Pode-se afirmar que a ferramenta é diferenciado em suas esferas de análise. Além disso, a ferramenta permite uma fácil e rápida aplicação, sendo o tempo utilizado para o preenchimento do questionário (apêndice E), uma média de 30 minutos, pois conta estrutura metodológica de aplicação simples e objetiva. A tabulação e tratamento de dados é facilmente realizada em planilhas eletrônicas, com a execução das equações. A ferramenta é voltado para redes de empresas do mesmo segmento. No entanto, se mostra viável para qualquer setor de atividade e principalmente aplicável como ferramenta de apoio estratégico em políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável da produção industrial.

O aspecto de coleta de dados e de apuração são simples e objetivos, o que torna a ferramenta autoaplicável. Este aspecto de aplicabilidade da ferramenta também o torna facilmente replicável. Assim, proporciona uma capacidade autossuficiente de aplicação para as redes de empresas, fornecendo o diagnóstico e prognóstico de Simbiose Industrial nos quais poderão se apoiar para traçar ações estratégicas voltada ao desenvolvimento evolutivo das atividades.

Particularidades: Na literatura científica nacional encontra-se casos de projeto de implantação de Parques Industriais Ecológicos no Brasil, bem como é conhecido o Programa Mineiro de Simbiose Industrial, sendo este a versão brasileira do britânico NISP (*National Industrial Symbiosis Programme*), cujo objetivo é promover interações lucrativas entre empresas de todos os setores da indústria. Entretanto, faz-se necessário ressaltar que não

foram encontrados relatos científicos de nenhuma rede de empresa ou parque industrial catarinense que opera em Simbiose Industrial.

Portanto, mesmo embora o ASI tenha demonstrado a inexistência de resultado de Simbiose Industrial no Núcleo dos Moveleiros da ACIC da Associação Industrial e Comercial de Concórdia, SC, é possível afirmar que a ferramenta opera de acordo com a realidade das práticas industriais do cenário de realização da pesquisa.

Outrossim, a profundidade de análise da ferramenta é direcionada ao diagnóstico de aspectos de Simbiose Industrial. Uma análise aprofundada sobre a efetividade das inter-relações existentes decorrerá de um amadurecimento na capacidade de avaliação da ferramenta.

Amadurecimento: Os indicadores de intensidade das esferas e domínios desta ferramenta foram desenvolvidos com o apoio de uma base bibliográfica conceituada no meio científico e definida por meio de critérios rigorosos. Para a evolução científica da ferramenta, este está sujeito a adição ou remoção de fatores e variáveis, desde que aplicada uma análise aprofundada em conjunto com pesquisadores e especialistas interessados em seu aprimoramento.

O peso atribuído às inter-relações, resultando em valores de indicadores de intensidade da ferramenta desenvolvido, fundamenta-se na avaliação realizada por uma gama específica de pesquisadores do tema que foram pré-selecionados. A aplicação do método *Fuzzy* para identificar o grau de pertinência das respostas dos especialistas – para depois identificar a pertinência de cada variável, modela o modo impreciso do raciocínio humano convertendo para um formato numérico objetivo e garantido uma menor subjetividade. Contudo, os valores dos indicadores de intensidade necessitam de periódica atualização, pois, a importância das inter-relações está diretamente relacionada à evolução dos casos de sucesso de Simbiose Industrial e dos pesquisadores atuantes nesses casos.

O amadurecimento efetivo capaz de calibrar a ferramenta e traçar pontos precisos com relação às vantagens e desvantagens da aplicabilidade e dos resultados alcançados, decorrerá de sua aplicação em um Parque Industrial Ecológico com práticas de Simbiose Industrial já reconhecidas.

Sugestões para trabalhos futuros: Uma grande contribuição que serve de base para trabalhos futuros se refere à necessidade de calibrar a ferramenta de avaliação. A aplicação da ferramenta em um Parque Industrial Ecológico que opere com práticas de Simbiose Industrial já estabelecidas e conhecidas tornará possível uma avaliação da ferramenta, traçando pontos

divergentes, vantagens e desvantagens em relação a aplicabilidade e aos resultados alcançados.

A estrutura metodológica que foi estabelecida no desenvolvimento da ferramenta o mostra dinâmico e aberto a proposição de evoluções consideráveis para estudos que se interessem em aprofunda-lo.

Outra grande contribuição para estudos futuros se refere a elaboração dos dois questionários, que, embora foram desenvolvidos com apoio de especialistas e pesquisadores do tema, estão abertos a novas preposições de desenvolvimento. Uma evolução que inclua a análise de cenários no diagnóstico dos resultados também pode ser considerada.

A partir de futuros estudos que busquem o amadurecimento das variáveis consubstanciadas na ferramenta, abre-se a oportunidade para que a ferramenta de avaliação de Simbiose Industrial se torne possivelmente patenteável.

A ferramenta também contribui para o desenvolvimento tecnológico, pois serve de base para a proposição e construção de um software para a compilação e tratamento dos dados, aumentando a eficiência de sua aplicabilidade.

Evoluções consideráveis foram advindas da execução deste trabalho, abrindo a oportunidade para novos estudos. Neste sentido, esta pesquisa fomenta-se também como ponto de partida para novos trabalhos que tenham intuito de identificar o potencial de Simbiose Industrial, validando a aplicabilidade da ferramenta.

Contudo, a ferramenta trouxe um novo olhar da academia tanto na ótica de redes de empresas, como na ótica da Ecologia Industrial. Também trouxe um novo olhar da ótica industrial, ao abordar um tema relativamente novo e que oferece para as empresas um potencial de desempenho econômico, social e ambiental inseridos ao desenvolvimento competitivo. Uma das maiores contribuições, servindo esta de base para o desenvolvimento de um trabalho futuro, é este olhar diferenciado, que contribui para uma nova vertente de estudo aos pesquisadores de redes de empresas.

REFERÊNCIAS

ALPERSTEDT, G. D. et al. Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. **Revista Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 170-186, 2010.

ANH, P. T. et al. Towards eco-agro industrial clusters in aquatic production: the case of shrimp processing industry in Vietnam. **Journal of Cleaner Production**, v. 19 n. 17-18, p. 2107-2118, 2011.

ARRUDA, N. M. **A sustentabilidade como um novo posicionamento na estratégia de comunicação de Empresas Brasileiras**. 139 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2008.

AYRES, R. U.; SIMONIS, U. E. **Industrial metabolism: restructuring for sustainable development**. United Nations University Press, Tokyo, Japan, 1994.

BAILEY, R. et al. Measuring material cycling in industrial systems. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 52, n. 4, p. 643-652, 2008.

BAIN, A. et al. Industrial symbiosis and waste recovery in an Indian industrial area. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 12, p. 1278-1287, 2010.

BOCKEN, N. M. P. et al. Development of a tool for rapidly assessing the implementation difficulty and emissions benefits of innovations. **Technovation**, v. 32, n.1, p. 19-31, 2012.

CARRÃO, A. M. R. Cooperação entre empresas de pequeno porte em polos industriais: um estudo comparativo. **Revista de Administração**, v. 39, n. 2, 186-195, 2004.

CASAGRANDE, E. F. JR. Inovação tecnológica e sustentabilidade: possíveis ferramentas para uma necessária interface. **Revista Educação & Tecnologia**, v. 8, p. 97-109, 2004.

CASTELLS, M. A. **Era da informação: economia sociedade e cultura – a sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and Environment**, v. 25, p. 313-37, 2000.

_____. “Uncovering” industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.

CHERTOW, M. R. et al. Industrial symbiosis in Puerto Rico: environmentally-related agglomeration economies. **Regional Studies**, v. 42, p. 1299–312, 2008.

CHERTOW, M. R.; LIFSET, R. “Industrial symbiosis”. In: Encyclopedia of Earth. Eds. CUTLER J. CLEVELAND (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). First published in the Encyclopedia of Earth February 27, 2008; Last revised Date October 22, 2012; Retrieved April 5, 2013.

CHWIF, L. Questionário para Avaliação Institucional baseados na lógica fuzzy. **Ensaio: aval. pub. Educ.**, v. 10, n. 37, p. 457-478, out./dez. 2002.

COELHO, H. M. G. et al. Proposal of an environmental performance index to assess solid waste treatment technologies. **Waste management**, New York (NY), p. 1-9, 2012.

COLI, M. et al. Monitoring environmental efficiency: an application to Italian provinces. **Environmental Modelling & Software**, v. 26 n. 1, p. 38-43, 2011.

CRAIG, R. C.; DALE S. R. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory, **Emerald**, v. 38, 2008.

DESPEISSE, M. et al. Industrial ecology at factory level: a conceptual model. **Journal of Cleaner Production**, v. 31, p. 30-39, 2012.

D’AVIGNON, A. L. A. Sistemas de gestão ambiental e normalização ambiental. Segmento da apostila utilizada no curso sobre Auditorias Ambientais da Universidade Livre do Meio Ambiente. Curitiba: ULMA, 1996. In: ALPERSTEDT, G. D.; QUINTELLA, R. H.; SOUZA, L. R. Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. **Revista Administração de Empresas**, v. 50, n. 2, p. 170-186, 2010.

DOUKAS, H. et al. Assessing energy-saving measures in buildings through an intelligent decision support model. **Building and Environment**, v. 44, n. 2, p. 290-298, 2009.

ECKELMAN, M. J.; CHERTOW, M. R. Quantifying life cycle environmental benefits from the reuse of industrial materials in Pennsylvania. **Environmental science & technology**, v. 43, n. 7, p. 2550-6, 2009.

ECKELMAN, M. J. et al. Teaching industrial ecology and environmental management in Second Life. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 11, p. 1273-1278, 2011.

EHRENFELD, J.; GERTLER, N. Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalunborg. **Journal of Industrial Ecology**, p. 67–79, 1997.

ENSSLIN, L. et al. ProKnow-C, Knowledge Development Process-Constructivist. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil, 2010.

ERKMAN, S. Industrial Ecology: an historical view, **Journal Cleaner Production**, v. 5, n. 1, p. 2-10, 1997.

FERROLI, P. C. M. et al. Emissões zero: uma visão da metodologia zero em fábricas de subproduto de origem animal. XVII ENEGEP, **Anais**, 2007.

FRAGOMENI, A. L. M. **Parques Industriais Ecológicos como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental Cooperativa**. 110 p. (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2005) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, v. 261 n. 3, p. 144-152, 1989.

GENG, Y. et al. Implementing China's circular economy concept at the regional level: a review of progress in Dalian, China. **Waste management**, v. 29, n. 2, p. 996-1002, 2009.

GIANNETTI, B. F. et al. Implementação de eco-tecnologias rumo à ecologia industrial. **RAE-eletrônica**, v. 2, n. 1, jan-jun, 2003.

GIANNETTI, B. F. et al. Cleaner production practices in a medium size gold-plated jewelry company in Brazil: when little changes make the difference. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 10, p. 1106-1117, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDSTEIN, D. et al. Environmental performance and practice across sectors: methodology and preliminary results. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 9-10, p. 946-957, 2011.

GOMES, L. F. A. M. et al. **Tomada de Decisões em Cenários Complexos**. Thomson, 2004. 168p.

GRANDORI, A.; SODA, G. Inter-firm Network: antecedents, mechanisms and forms. **Organization Studies**, v. 16, n. 2, p. 183-214, 1995.

GUO, B.; GUO, J.-J. Patterns of technological learning within the knowledge systems of industrial clusters in emerging economies: evidence from China. **Technovation**, v. 31, n. 2-3, p. 87-104, 2011.

HEERES, R. R.; VERMEULEN, W. J. V. Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 8-10, p. 985-995, 2004.

HEIDRICH, O. et al. Stakeholder analysis for industrial waste management systems. **Waste management**, v. 29 n. 2, p. 965-73, 2009.

HEIKKILÄ, A. -M. et al. Challenges in risk management in multi-company industrial parks. **Safety Science**, v. 48, n. 4, p. 430-435, 2010.

HOFFMANN, V. E. et al. Redes de Empresas: proposta de uma Tipologia para Classificação Aplicada na Indústria de Cerâmica de Revestimento. **Revista de Administração Contemporânea – RAC**. 1ª Edição Especial, p. 103-127, 2007.

HU, G.; BIDANDA, B. Modeling sustainable product lifecycle decision support systems. **International Journal of Production Economics**, v. 122, n. 1, p. 366-375, 2009.

HUPPES, G. et al. Weighting environmental effects: analytic survey with operational evaluation methods and a meta-method. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 2012.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). Identificação, mapeamento e caracterização estrutural de arranjos produtivos locais no Brasil. Relatório Consolidado, 59 p. 2006.

IS LINKED IN – Industrial Symbiosis Group. On line. Disponível em: <<http://www.linkedin.com/groups/Industrial-Symbiosis-1845383>>. Acesso em: 18 abril, 2013.

JACQUEMIN, L. et al. Life cycle assessment (LCA) applied to the process industry: a review. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 2012.

JAPPUR, R. F. et al. A visão de especialistas sobre a sustentabilidade corporativa frente às diversas formações de cadeias produtivas. **Produção online**, v. VIII, n. III, 2008.

JENSEN, P. D et al. Quantifying “geographic proximity”: experiences from the United Kingdom’s National Industrial Symbiosis Programme. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 7, p. 703-712, 2011.

JOVANE, F. et al. The incoming global technological and industrial revolution towards competitive sustainable manufacturing. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 57, n. 2, p. 641-659, 2008.

KAJIKAWA, Y. et al. Multiscale analysis of interfirm networks in regional clusters. **Technovation**, v. 30, n. 3, p. 168-180, 2010.

KLIR, G. A.; YUAN, B. 1995. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. New York: Academic Press.

KORHONEN, J. A material and energy flow model for co-production of heat and power. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 6, p. 537-544, 2002.

_____. Theory of industrial ecology: the case of the concept of diversity. **Progress in Industrial Ecology – An International Journal**, v. 2, n. 1, 2005.

KOVANDA, J. et al. Analysis of regional material flows: the case of the Czech Republic. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 53, n. 5, p. 243-254, 2009.

LEHTORANTA, S. et al. Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 16, p. 1865-1875, 2011.

LI, Y.-R. The technological roadmap of Cisco’s business ecosystem. **Technovation**, v. 29, n. 5, p. 379-386, 2009.

LIFSET, R.; GRAEDEL, T. E. **Industrial ecology: goals and definitions**. In: A handbook of industrial ecology, 2002.

LIWARSKA-BIZUKOJC, E. et al. The conceptual model of an eco-industrial park based upon ecological relationships. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 8, p. 732-741, 2009.

LEITE, J. A. A. **Macroeconomia**. Editora Atlas, São Paulo, 2000.

LOVINS, A. B. et al. A road map for natural capitalism. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 3, p. 145-158, 1999.

MARINHO, M.; KIPERSTOK, A. Ecologia industrial e prevenção da poluição: uma contribuição ao debate regional. **Bahia Análise & Dados**, v.10 n.4 p. 271-279, Março, 2001.

MATTILA, T. J. et al. Quantifying the total environmental impacts of an industrial symbiosis - a comparison of process -, hybrid and input-output life cycle assessment. **Environmental science & technology**, v. 44, n. 11, p. 4309-14, 2010.

MITSCH, W. J. What is ecological engineering? **Ecological Engineering**, October, 1-8, 2012.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em 18/02/2014.

MU, H. et al. Improved emergy indices for the evaluation of industrial systems incorporating waste management. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2011.

MURPHY, J.; GOULDSON, A. Environmental policy and industrial innovation: integrating environmental and economy through ecological modernization. **Geoforum**, v. 31, p. 33-44, 2000.

OHNISHI, S. et al. Econometric analysis of the performance of recycling projects in Japanese Eco-Towns. **Journal of Cleaner Production**, 2012.

OKOSHI, C. Y. **Análise do desenvolvimento de redes de empresas a partir de suas tipologias e de suas práticas de produção**. 2013. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

OLIVEIRA, J. F. G; ALVES, S. M. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. **Produção online**, v.17, n.1, p. 129-138, 2007.

OLIVEIRA, J. K. C. **Controle inteligente de pressão para uma rede sem reservatório de abastecimento urbano de água**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN. Natal, 2012.

OLIVEIRA JR., H.A. **Lógica Difusa: Aspectos práticos e aplicações**. 1999. Rio de Janeiro: Interciência.189 páginas, 1999.

_____. **Análise por árvores de falhas usando estimadores de plausibilidade máxima e lógica Fuzzy**. 2006. Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades Ibmec. Rio de Janeiro, 2006.

PAKARINEN, S. et al. Sustainability and industrial symbiosis: the evolution of a Finnish forest industry complex. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 12, p. 1393-1404, 2010.

PALMA, R.; DOBES, V. An integrated approach towards sustainable entrepreneurship – experience from the TEST project in transitional economies. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n.18, p.1807-1821, 2010.

PEREIRA, A. S. et al. Ecologia Industrial, Produção e Ambiente: uma discussão sobre as abordagens de inter-conectividade produtiva. 1st International Workshop, Advances in Cleaner Production, 2007.

PETTER, R. R. H. **Modelo para Análise da Competitividade de Redes de Cooperação Horizontais de Empresas**. 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

PITASSI, C.; MACEDO-SOARES, T. D. L. V. A. Redes estratégicas virtuais: fatores críticos de sucesso. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 7 (Edição especial), p. 75-99, 2003.

PORTER, M. E., 1998. Clusters and the new economics of competition. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 6, p. 77–81, 1998.

RAGIN, C. C.; PENNING, P. Fuzzy Sets and Social Research. **Sociological Methods & Research**, v. 33, p. 423- 430, 2005.

RODRÍGUEZ, M. T. T. et al. Combining LCT tools for the optimization of an industrial process: material and energy flow analysis and best available techniques. **Journal of hazardous materials**, v. 192, n. 3, p. 1705-19, 2011.

SAYÃO, L. F. Modelos teóricos em Ciência da Informação – abstração e método científico. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, jan./abr. 2001.

SARACENI, A. V. et al. Proposta de desenvolvimento de inovação tecnológica em Arranjos Produtivos Locais. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n.1, p. 180-193, 2013.

SCHMIDT, M.; SCHWEGLER, R. A recursive ecological indicator system for the supply chain of a company. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 15, p. 1658-1664, 2008.

SCHOENHERR, T. The role of environmental management in sustainable business development: a multi-country investigation. **International Journal of Production Economics**, p. 1-13, 2011.

SCHÖNSLEBEN, P. et al. The changing concept of sustainability and economic opportunities for energy-intensive industries. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 59, n. 1, p. 477-480, 2010.

SHASTRI, Y. et al. Optimal control theory for sustainable environmental management. **Environmental science & technology**, v. 42, n. 14, p. 5322-8, 2008.

SIQUEIRA, M. M. Redes sociais na gestão de serviços urbanos. **Revista de Administração Pública**, v. 34, n. 6, p. 179-198, 2000.

SMITH, L.; BALL, P. Steps towards sustainable manufacturing through modeling material, energy and waste flows. **International Journal of Production Economics**, p. 1-12, 2012.

SOPHA, B. M. et al. Using systems engineering to create a framework for evaluating Industrial Symbiosis Options. **Systems Engineering**, v. 13, n. 2, p. 149-160, 2009.

TAKEDA, Y. et al. An analysis of geographical agglomeration and modularized industrial networks in a regional cluster: a case study at Yamagata prefecture in Japan. **Technovation**, v. 28, n. 8, p. 531-539, 2008.

TANIMOTO, A. H. **Proposta de simbiose industrial para minimizar os resíduos sólidos no Polo Petroquímico de Camaçari**. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, 2004.

TASKHIRI, M. S. et al. Emergy-based fuzzy optimization approach for water reuse in an eco-industrial park. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 7, p. 730-737, 2011.

TEIXEIRA, C. O desenvolvimento sustentável em unidade de conservação: a “naturalização” do social. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 20, n. 59, pp. 51-66, 2005.

TIEJUN, D. Two quantitative indices for the planning and evaluation of eco-industrial parks. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 7, p. 442-448, 2010.

TONG, O. et al. An AHP-based water-conservation and waste-reduction indicator system for cleaner production of textile-printing industry in China and technique integration. **Clean Technologies and Environmental Policy**, 2012.

VACHON, S.; KLASSEN, R. D. Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 111, n. 2, p. 299-315, 2008.

VEIGA, L. B. E. **Diretrizes para a Implantação de um Parque Industrial Ecológico**: uma proposta para o PIE de Paracambi, RJ [Rio de Janeiro] XV, 275 p. (COPPE/UFRJ, D.Sc, Planejamento Energético, 2007) Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 2007.

VEIGA, L. B. E.; MAGRINI, A. Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 7, p. 653-661, 2009.

_____. **Um quadro das recentes iniciativas de Ecologia Industrial e perspectivas para o Brasil**. XIV Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2012.

VICÁRIO OLÍVIO, D. H. et al. A ética do consumo. **Scientia FAER**, Olímpia (SP), v. 2, p. 16-27, 2010.

WCED (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT) 1987. **Our Common Future**. Oxford University Press, Boston: WCED, 1987.

YANG, C.-L. et al. Mediated effect of environmental management on manufacturing competitiveness: an empirical study. **International Journal of Production Economics**, v. 123, n. 1, p. 210-220, 2010.

YANG, S.; FENG, N. A case study of industrial symbiosis: Nanning Sugar Co., Ltd. in China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 52, n. 5, p. 813-820, 2008.

ZADEH, L. A. Fuzzy Logic. **Computer**, v. 21, n. 4, p. 83-93, 1988.

ZHANG, X. H. et al. Emergy evaluation of the impact of waste exchanges on the sustainability of industrial systems. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 2, p. 206-216, 2011.

ZHANG, X. et al. Model-centered approach to early planning and design of an eco-industrial park around an oil refinery. **Environmental science & technology**, v. 42, n. 13, p. 4958-63, 2008.

ZHANG, Y. et al. Accounting for ecosystem services in life cycle assessment, Part I: a critical review. **Environmental science & technology**, v. 44, n. 7, p. 2232-42, 2010a.

ZHANG, Y. et al. Accounting for ecosystem services in Life Cycle Assessment, Part II: toward an ecologically based LCA. **Environmental science & technology**, v. 44, n. 7, p. 2624-31, 2010b.

ZHU, Q. et al. Green supply chain management innovation diffusion and its relationship to organizational improvement: an ecological modernization perspective. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 29, n. 1, p. 168-185, 2012.

APÊNDICE A - Engineering, Environmental

Periódicos pesquisados da categoria *Engineering, Environmental*

| Título do periódico (abreviado) | ISSN | Fator de Impacto | Qualis CAPES Eng III | Base Capes | Industrial Ecology | Elim Título e <2008 | Industrial Cluster | Elim Título e <2008 |
|---------------------------------|-----------|------------------|----------------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 1 ENERGY EDUC SCI TECH | 1301-8361 | 9.333 | n/e | n/e | - | - | - | - |
| 2 ENVIRON SCI TECHNOL | 0013-936X | 4.827 | A1 | x | 208 | 14 | 3 | 1 |
| 3 APPL CATAL B-ENVIRON | 0926-3373 | 4.749 | A1 | x | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 4 WATER RES | 0043-1354 | 4.546 | A1 | x | 16 | 0 | 0 | 0 |
| 5 INT J GREENH GAS CON | 1750-5836 | 4.081 | n/e | n/e | - | - | - | - |
| 6 J HAZARD MATER | 0304-3894 | 3.723 | A1 | x | 64 | 3 | 0 | 0 |
| 7 INT J LIFE CYCLE ASS | 0948-3349 | 3.148 | A2 | x | 209 | 6 | 1 | 1 |
| 8 CHEM ENG J | 1385-8947 | 3.074 | A1 | x | 22 | 1 | 0 | 0 |
| 9 ENVIRON MODELL SOFTW | 1364-8152 | 2.871 | A2 | x | 9 | 1 | 0 | 0 |
| 10 J CLEAN PROD | 0959-6526 | 2.430 | A2 | x | 833 | 14 | 33 | 1 |
| 11 WASTE MANAGE | 0956-053X | 2.358 | A2 | x | 79 | 2 | 1 | 1 |
| 12 ECOL ENG | 0925-8574 | 2.203 | n/c | x | 12 | 3 | 2 | 0 |
| 13 BUILD ENVIRON | 0360-1323 | 2.131 | A1 | x | 15 | 4 | 0 | 0 |
| 14 ENVIRON CHEM LETT | 1610-3653 | 2.051 | n/c | x | 4 | 0 | 1 | 0 |
| 15 INDOOR AIR | 0905-6947 | 2.029 | A1 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 RESOUR CONSERV RECY | 0921-3449 | 1.974 | A2 | x | 149 | 10 | 2 | 1 |
| 17 STOCH ENV RES RISK A | 1436-3240 | 1.777 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 AMBIO | 0044-7447 | 1.705 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 ENVIRON GEOCHEM HLTH | 0269-4042 | 1.667 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 J AIR WASTE MANAGE | 1047-3289 | 1.567 | n/e | n/e | - | - | - | - |
| 21 J POLYM ENVIRON | 1566-2543 | 1.507 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 COLD REG SCI TECHNOL | 0165-232X | 1.488 | n/e | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 PROCESS SAF ENVIRON | 0957-5820 | 1.453 | n/c | n/e | - | - | - | - |
| 24 J AM WATER RESOUR AS | 1093-474X | 1.373 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 ENVIRON PROG | 0278-4491 | 1.308 | n/e | x | - | - | - | - |
| 26 WASTE MANAGE RES | 0734-242X | 1.222 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 J ENVIRON ENG-ASCE | 0733-9372 | 1.121 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 CLEAN TECHNOL ENVIR | 1618-954X | 1.120 | n/c | x | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 29 J ENVIRON SCI HEAL A | 1093-4529 | 1.107 | B1 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 IRAN J ENVIRON HEALT | 1735-1979 | 1.072 | n/e | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 WATER SCI TECHNOL | 0273-1223 | 1.056 | B1 | n/e | - | - | - | - |
| 32 OZONE-SCI ENG | 0191-9512 | 1.032 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

Periódicos pesquisados da categoria *Engineering, Environmental*

Fonte: Elaboração própria

* n/e = não encontrado (na base ou no portal) / n/c = não classificado em engenharias III

APÊNDICE B - *Engineering, Industrial*

Periódicos pesquisados da categoria *Engineering, Industrial*

| Título do periódico (abreviado) | ISSN | Fator de Impacto | Qualis CAPES Eng III | Base Capes | Industrial Ecology | Elim Título e <2008 | Industrial Cluster | Elim Título e <2008 |
|---------------------------------|-----------|------------------|----------------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 1 TECHNOVATION | 0166-4972 | 2.993 | A1 | x | 10 | 2 | 61 | 3 |
| 2 J PROD INNOVAT MANAG | 0737-6782 | 2.079 | n/c | x | 1 | 1 | 6 | 1 |
| 3 INT J PROD ECON | 0925-5273 | 1.988 | A1 | x | 40 | 9 | 14 | 2 |
| 4 RELIAB ENG SYST SAFE | 0951-8320 | 1.899 | A2 | x | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 EUR J IND ENG | 1751-5254 | 1.787 | n/e | n/e | - | - | - | - |
| 6 COMPUT OPER RES | 0305-0548 | 1.769 | A2 | x | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 7 CIRP ANN-MANUF TECHN | 0007-8506 | 1.684 | A1 | x | 13 | 2 | 0 | 0 |
| 8 SAFETY SCI | 0925-7535 | 1.637 | A2 | x | 3 | 1 | 2 | 0 |
| 9 IEEE T IND INFORM | 1551-3203 | 1.627 | A2 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 J MATER PROCESS TECH | 0924-0136 | 1.570 | A2 | x | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 11 IND MANAGE DATA SYST | 0263-5577 | 1.569 | A2 | x | 6 | 2 | 7 | 0 |
| 12 COMPUT IND ENG | 0360-8352 | 1.543 | A2 | x | 7 | 1 | 2 | 0 |
| 13 APPL ERGON | 0003-6870 | 1.467 | A2 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 ERGONOMICS | 0014-0139 | 1.377 | A2 | n/e | - | - | - | - |
| 15 J QUAL TECHNOL | 0022-4065 | 1.377 | A2 | n/e | - | - | - | - |
| 16 IEEE T ENG MANAGE | 0018-9391 | 1.344 | A2 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 INT J IND ERGONOM | 0169-8141 | 1.322 | A2 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 RES ENG DES | 0934-9839 | 1.250 | n/e | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 IIE TRANS | 0740-817X | 1.186 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 INT J PROD RES | 0020-7543 | 1.033 | A2 | n/e | - | - | - | - |
| 21 PROBAB ENG INFORM SC | 0269-9648 | 0.971 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 SYSTEMS ENG | 1098-1241 | 0.791 | n/e | x | 9 | 2 | 1 | 0 |
| 23 RES TECHNOL MANAGE | 0895-6308 | 0.754 | B1 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 J MANAGE ENG | 0742-597X | 0.750 | n/c | x | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 J ENG TECHNOL MANAGE | 0923-4748 | 0.737 | n/e | x | 1 | 1 | 3 | 0 |
| 26 J CONSTR ENG M ASCE | 0733-9364 | 0.676 | n/c | x | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 27 IND ROBOT | 0143-991X | 0.655 | B1 | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

Periódicos pesquisados da categoria *Engineering, Industrial*

Fonte: Elaboração própria

* n/e = não encontrado (na base ou no portal) / n/c = não classificado em engenharias III

APÊNDICE C - Questionário 1

Questionário para atribuição da importância das variáveis de Simbiose Industrial

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa do meu projeto mestrado na Universidade Federal de Tecnologia do Paraná em Ponta Grossa, Brasil. Ao preencher este questionário, você participa de um projeto para estudar processo de simbiose industrial. O principal objetivo deste questionário é caracterizar as variáveis comumente associadas à simbiose industrial e avaliar as interdependências entre estas variáveis.

O questionário é composto por três páginas:

- **INTERCÂMBIO DE SUBPRODUTOS**
- **COMPARTILHAMENTO DE UTILITÁRIOS E/OU SERVIÇOS**
- **COOPERAÇÃO EM GESTÃO**

Sua contribuição nesse sentido será muito apreciada e será reconhecida no momento da apresentação da dissertação.

Por favor, note:

A escala de resposta é a seguinte:

- Muito importante
- Importante
- Moderado
- Pouco importante
- Sem importância

O questionário é baseado na lógica *fuzzy*, portanto, todas as perguntas devem ser respondidas. Assim, também é necessário selecionar o grau de certeza de todas as respostas, onde:

- **0 corresponde à negação total da alternativa**
- **10 corresponde à afirmação total da alternativa.**

Eu gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos pela sua participação!

PÁGINA 2

INTERCÂMBIO DE SUBPRODUTOS

Favor ler as definições antes de completar o questionário.

O questionário foi elaborado baseado na lógica fuzzy, portanto, todas as alternativas devem ser respondidas.

1) A existência do intercâmbio de subprodutos relevante para se considerar o relacionamento entre empresas como Simbiose Industrial.

Utilização de resíduos de uma empresa como matéria-prima por outra.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

1.3) Política/Regulatória: é relevante que as políticas públicas incentivem o intercâmbio de subprodutos para que se considere uma Simbiose Industrial.

Causada por diversos aspectos de leis e regulamentos ambientais como políticas internacionais, elementos fiscais e impostos, taxas, multas, subsídios e créditos.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

1.1) Tecnicamente: é relevante que o intercâmbio de subprodutos seja tecnicamente viável para que se considere uma Simbiose Industrial.

Tecnicamente viável em termos químicos, físicos e espaciais entre os fluxos de troca, compatível entre as necessidades e capacidades, com custos de tecnologias acessíveis.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

1.4) Informacional: é relevante que o acesso e a disponibilidade de informação sejam direcionadas, com um contínuo gerenciamento da informação no intercâmbio de subprodutos para se considere uma Simbiose Industrial.

As pessoas certas necessitam da informação correta no momento correto.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

1.2) Econômico: é relevante que o intercâmbio de subprodutos seja economicamente viável para que se considere uma Simbiose Industrial.

Ser economicamente viável ou não apresentar riscos econômicos em termos de custos dos insumos virgens, no valor dos resíduos e fluxo de subprodutos, transação e custos de oportunidade, tamanho do investimento de capital e taxas de desconto.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

1.5) Organizacional e institucional: é relevante que a estrutura organizacional seja receptiva sobre o intercâmbio de subprodutos para que se considere uma Simbiose Industrial.

Estrutura organizacional da empresa em diversos níveis, em termos de confiança, abertura, maturidade ambiental, nível de interação social e proximidade, disponibilidade local na tomada de decisão, história da organização, a natureza de interação entre as indústrias, formuladores de políticas, e cultura organizacional (familiaridade).

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

1.6) Sugestões ou outras informações: _____

PÁGINA 3**COMPARTILHAMENTO DE UTILITÁRIOS E/OU SERVIÇOS**

Favor ler as definições antes de completar o questionário.

O questionário foi elaborado baseado na lógica fuzzy, portanto, todas as alternativas devem ser respondidas.

2) A existência de compartilhamento de utilitários e/ou serviços é relevante para se considerar o relacionamento entre empresas como Simbiose Industrial.

Como água, a energia, tratamento resíduos.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

2.3) Política/Regulatória: é relevante que as políticas públicas incentivem o compartilhamento de utilitários e/ou serviços para que se considere uma Simbiose Industrial.

Causada por diversos aspectos de leis e regulamentos ambientais como políticas internacionais, elementos fiscais e impostos, taxas, multas, subsídios e créditos.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

2.1) Tecnicamente: é relevante que o compartilhamento de utilitários e/ou serviços seja tecnicamente viável para que se considere uma Simbiose Industrial.

Tecnicamente viável em termos químicos, físicos e espaciais entre os fluxos de troca, compatível entre as necessidades e capacidades, e com custos de tecnologias acessíveis.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

2.4) Informacional: é relevante que o acesso e a disponibilidade de informação sejam direcionadas, com um contínuo gerenciamento da informação no compartilhamento de utilitários e/ou serviços para se considere uma Simbiose Industrial.

As pessoas certas necessitam da informação correta no momento correto.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

2.2) Econômico: é relevante que o compartilhamento de utilitários e/ou serviços seja economicamente viável para que se considere uma Simbiose Industrial.

Economicamente viável ou não apresentar riscos econômicos em termos de custos dos insumos virgens, no valor dos resíduos e fluxo de subprodutos, transação e custos de oportunidade, tamanho do investimento de capital e taxas de desconto.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

2.5) Organizacional e institucional: é relevante que a estrutura organizacional seja receptiva sobre o compartilhamento de utilitários e/ou serviços para que se considere uma Simbiose Industrial.

Estrutura organizacional da empresa em diversos níveis, em termos de confiança, abertura, maturidade ambiental, nível de interação social e proximidade, disponibilidade local na tomada de decisão, história da organização, a natureza de interação entre as indústrias, formuladores de políticas, e cultura organizacional (familiaridade).

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

2.6) Sugestões ou outras informações: _____

PÁGINA 4

COOPERAÇÃO EM GESTÃO

Favor ler as definições antes de completar o questionário.

O questionário foi elaborado baseado na lógica fuzzy, portanto, todas as alternativas devem ser respondidas.

3) A existência da cooperação em gestão é relevante para se considerar o relacionamento entre empresas como Simbiose Industrial.

Cooperação nas questões de interesse comum como planejamento, treinamento ou gestão da sustentabilidade.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

3.3) Política/Regulatória: é relevante que as políticas públicas incentivem a cooperação em gestão para que se considere uma Simbiose Industrial.

Política ambiental motivadora é favorável.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

3.1) Tecnicamente: é relevante que a cooperação em gestão seja tecnicamente viável para que se considere uma Simbiose Industrial.

Tecnicamente viável em termos de acessibilidade de cooperação e colaboração.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

3.4) Informacional: é relevante que o acesso e a disponibilidade de informação sejam direcionadas, com um contínuo gerenciamento da informação na cooperação em gestão para se considere uma Simbiose Industrial.

As pessoas certas necessitam da informação correta no momento correto.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

3.2) Econômico: é relevante que a cooperação em gestão seja economicamente viável para que se considere uma Simbiose Industrial.

É necessário um sentido econômico para gerir em conjunto.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

3.5) Organizacional e institucional: é relevante que a estrutura organizacional seja receptiva sobre o compartilhamento de utilitários e/ou serviços para que se considere uma Simbiose Industrial.

Estrutura organizacional da empresa em diversos níveis, em termos de confiança, abertura, maturidade ambiental, nível de interação social e proximidade, disponibilidade local na tomada de decisão, história da organização, a natureza de interação entre as indústrias, formuladores de políticas, e cultura organizacional (familiaridade).

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. SEM IMPORTANCIA | <input type="checkbox"/> |
| 2. POUCO IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 3. MODERADO | <input type="checkbox"/> |
| 4. IMPORTANTE | <input type="checkbox"/> |
| 5. MUITO IMPOTANTE | <input type="checkbox"/> |

3.6) Sugestões ou outras informações: _____

APÊNDICE D - Ofício

Ofício de solicitação de permissão para realização de pesquisa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus de Ponta
Grossa



Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**
Curso de Mestrado



OF nº 009/2012-PPGEP

Ponta Grossa, 01 de Julho de 2013

ILMO SR(s).

Membros e empresários do Núcleo dos Moveleiros da ACIC de Concórdia, SC.

At.

Prezado Senhor

Apresentamos a V.S^a a aluna ADRIANA V. SARACENI (pesquisadora), matriculada no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa, que está desenvolvendo a pesquisa com vistas a elaboração de dissertação na área de linha de pesquisa: Engenharia Organizacional e Redes de Empresas.

A pesquisadora deverá contar com a colaboração dos dirigentes de empresas que atuam na área relacionada à linha de pesquisa em questão para a coleta de informações através de questionários e/ou entrevistas, com a finalidade de processar os dados, analisar, discutir e emitir sugestões para a melhoria do estado da arte das práticas correntes. Dentro desses parâmetros, as empresas pertencentes ao Núcleo dos Moveleiros da ACIC de Concórdia foram selecionadas para participar dessa pesquisa.

Outrossim, declaramos que as informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins desta pesquisa, ficando de domínio restrito ao pesquisador e seu orientador. A divulgação dessas informações, bem como das conclusões obtidas por meio da análise, dar-se-á somente mediante prévia autorização dos participantes, preservando assim os interesses das empresas e o respeito a padrões éticos.

Ao término da pesquisa, o resultado será disponibilizado para a apreciação e consulta das empresas participantes.

No ensejo, aproveitamos para antecipar os sinceros agradecimentos pela atenção que for dispensada à solicitação da pesquisadora.

Atenciosamente

ADRIANA V. SARACENI

Pesquisador do PPGEP

UTFPR – Campus Ponta Grossa

e-mail: avsaraceni@gmail.com

LUIS MAURICIO RESENDE

Orientador

UTFPR – Campus Ponta Grossa

e-mail: lmresende@utfpr.edu.br

APÊNDICE E - Questionário 2

Questionário para diagnóstico de Simbiose Industrial

SIMBIOSE INDUSTRIAL

Prezado participante,

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa de mestrado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, *campus* Ponta Grossa. Ao preencher este questionário, você participa de um projeto para estudar o processo de Simbiose Industrial. O tempo estimado para preenchimento é de 10 (dez) minutos. O principal objetivo deste questionário é diagnosticar a presença de Simbiose Industrial no APL.

O questionário é composto por três páginas:

INTERCÂMBIO DE SUBPRODUTOS

COMPARTILHAMENTO DE UTILITÁRIOS E/OU SERVIÇOS

COOPERAÇÃO EM GESTÃO

Sua contribuição neste sentido será muito apreciada e será reconhecida no momento da apresentação da dissertação.

Expressamos sinceros agradecimentos pela sua participação !

Grupo de pesquisa EORE - Engenharia Organizacional e Redes de Empresas, PPGEP - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Qual é o ramo de atividade da empresa?*

Ex.: Confeção; Transporte; etc.

Qual é o número de funcionários da empresa?*

Qual é o faturamento bruto anual da empresa (médio considerando os últimos três anos)?

() Até 1.000.000,00 () Até 5.000.000,00 () Até 10.000.000,00 () Até 20.000.000,00 () Acima de 20.000.000,01

TRANSAÇÕES DE SUBPRODUTOS/RESÍDUOS

Favor ler as definições antes de completar o questionário.

EX.: QUANDO OS RESÍDUOS DE UMA INDÚSTRIA PODEM SER UTILIZADOS COMO MATÉRIA-PRIMA POR OUTRA INDÚSTRIA. COM ISSO, AS EMPRESAS REALIZAM TRANSAÇÕES DE TROCA (PERMUTA), COMPRA E/OU VENDA DOS RESÍDUOS DECORRENTES.

1) Ocorre, com certa frequência, troca, compra e/ou venda de resíduos entre empresas da rede?*

Sim Não

1.a) A SUA empresa realiza troca, compra e/ou venda de resíduos com outras empresas?*

| | Sim | Não |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Empresas pertencentes a rede | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Empresas não pertencentes a rede | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.b) Com relação as transações de resíduos realizadas por sua empresa, elas ocorrem :*

| | Frequente | Raramente | Nunca |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Compra de resíduos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Venda de resíduos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Troca de resíduos (permuta) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.c) Cite os tipos de resíduos que são negociados:*

1.1) Em termos técnicos com relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 1. A empresa considera a mão de obra qualificada para realizar a troca, compra e/ou venda de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. A sua empresa utiliza ferramentas de gestão de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. A sua empresa já desenvolveu ou desenvolve ferramentas de gestão de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. A empresa considera adequada a infraestrutura para realização da troca, compra e/ou venda de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. Você considera adequado o nível tecnológico da sua empresa para procedimentos de troca, compra e/ou venda de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. A empresa considera suficiente a logística empregada nas transações de resíduo (como capacidade de armazenagem e transporte)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.2) Em termos econômicos com relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 7. A empresa já obteve ou obtêm ganhos em produtividade em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. A empresa já obteve ou obtêm ganhos em rentabilidade em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. A empresa já obteve ou obtêm diferenciais competitivos nos seus produtos em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. A empresa já obteve ou obtêm ganhos em relação ao reconhecimento do mercado em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. Em algum aspecto a competitividade de sua empresa nasceu ou foi gerada a partir das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. Sua empresa considera satisfatória a capacidade de oferta e/ou demanda dos resíduos (para troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para formação e/ou manutenção de centros de formação e qualificação de mão de obra voltada para transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.3) Em termos de aspectos legais, normas ou políticas públicas em relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 14. A empresa considera que as iniciativas de transações de resíduos surgiram motivadas por aspectos de legislação? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15. A empresa considera que as iniciativas de transações de resíduos surgiram motivadas por políticas públicas? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16. A empresa considera que as iniciativas de transações de resíduos surgiram motivadas por aspectos de normatização (como ISOs, NBRs, ABNT, INMETRO, ANVISA, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.4) Em termos informacionais com relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 17. Há encontros, com certa frequência, entre você e outros gestores de empresas da rede que tratam ESPECIFICAMENTE sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18. Ocorrem encontros (com seu conhecimento e apoio) entre seus colaboradores e colaboradores de outras empresas da rede que tratam ESPECIFICAMENTE sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 19. É frequente você discutir com outros gestores problemas referentes a transações de resíduos, buscando melhores soluções? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20. A sua empresa já colaborou ou colabora com o com partilhamento de informações para a melhoria de ações ESPECÍFICAS para transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 21. A empresa já participou ou participa em feiras, exposições, entre outras, que tratam sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 22. Sua empresa participa com certa frequência de reuniões de governança da rede sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.2) Em termos econômicos com relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 7. A empresa já obteve ou obtêm ganhos em produtividade em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8. A empresa já obteve ou obtêm ganhos em rentabilidade em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9. A empresa já obteve ou obtêm diferenciais competitivos nos seus produtos em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10. A empresa já obteve ou obtêm ganhos em relação ao reconhecimento do mercado em função das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11. Em algum aspecto a competitividade de sua empresa nasceu ou foi gerada a partir das transações de resíduos (troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12. Sua empresa considera satisfatória a capacidade de oferta e/ou demanda dos resíduos (para troca, compra e/ou venda)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para formação e/ou manutenção de centros de formação e qualificação de mão de obra voltada para transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.3) Em termos de aspectos legais, normas ou políticas públicas em relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 14. A empresa considera que as iniciativas de transações de resíduos surgiram motivadas por aspectos de legislação? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15. A empresa considera que as iniciativas de transações de resíduos surgiram motivadas por políticas públicas? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16. A empresa considera que as iniciativas de transações de resíduos surgiram motivadas por aspectos de normatização (como ISOs, NBRs, ABNT, INMETRO, ANVISA, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.4) Em termos informacionais com relação às transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 17. Há encontros, com certa frequência, entre você e outros gestores de empresas da rede que tratam ESPECIFICAMENTE sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 18. Ocorrem encontros (com seu conhecimento e apoio) entre seus colaboradores e colaboradores de outras empresas da rede que tratam ESPECIFICAMENTE sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 19. É frequente você discutir com outros gestores problemas referentes a transações de resíduos, buscando melhores soluções? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 20. A sua empresa já colaborou ou colabora com o com partilhamento de informações para a melhoria de ações ESPECÍFICAS para transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 21. A empresa já participou ou participa em feiras, exposições, entre outras, que tratam sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 22. Sua empresa participa com certa frequência de reuniões de governança da rede sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.5) Organizacional e institucional: enfoque da estrutura organizacional da empresa para transações de resíduos:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 23. A sua empresa realiza de gestão de resíduos (destinação, reaproveitamento, descarte, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 24. Sua empresa realiza ações para atualização e melhorias na realização de transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 25. Há encontros, com certa frequência, ente gestores e colaboradores da sua empresa para tratar ESPECIFICAMENTE sobre resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 26. Na tomada de decisões estratégicas, a sua empresa leva ou já levou em consideração as transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 27. Historicamente a empresa possui ações de colaboração com instituições como centros de pesquisa, universidades, prestadores de consultorias e serviços voltados para transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 28. Apesar de conflitos e divergências, naturalmente existentes, você considera que há um bom relacionamento entre a sua empresa e as outras empresas na realização de transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 29. Você afirmaria que comportamentos de rivalidade entre a sua empresa e as demais empresas da rede, NÃO prejudicam as transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 30. Há perspectiva em desenvolver novas parcerias para a realização de transações de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 31. Há estratégias da empresa voltadas para o descarte de resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 32. Na decisão de inserção de novos produtos no portfólio de sua empresa, leva-se em conta o aspecto dos resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 33. Há interesse dos colaboradores da sua empresa sobre o tema resíduos? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

1.6) Sugestões ou informações adicionais

COMPARTILHAMENTO DE UTILITÁRIOS E/OU SERVIÇOS

Favor ler as definições antes de completar o questionário.

EX.:

Compartilhamento de serviços e instalações de uso comum às indústrias como estação de tratamento, central de armazenamento, usina de reciclagem de resíduos, compartilhamento de transporte de funcionários, de produtos, de matérias-primas, etc.

2) Ocorre, com certa frequência, compartilhamento de utilitários e/ou serviços (como transporte, usinas, central de reciclagem, depósitos, etc.) entre empresas da rede*

Sim Não

2.a) A SUA empresa compartilha utilitários e/ou serviços com outras empresas?*

| | Sim | Não |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Empresas pertencentes a rede | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Empresas não pertencentes a rede | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.b) Entre os utilitários e/ou serviços compartilhados pelas empresas da rede estão:*

| | Sim | Não |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Usina de Reciclagem | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Estação de tratamento de efluentes | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Cogeração de energia | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Energia em cascata | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Água em cascata | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Transporte de funcionários | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Transporte de insumos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Outros | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.1) Em termos técnicos com relação ao compartilhamento de utilitários e/ou serviços:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 34. A empresa considera a mão de obra qualificada no âmbito de compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 35. A empresa considera adequada a infraestrutura dos utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 36. Você considera suficiente o nível tecnológico empregado para a realização do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 37. A empresa considera suficiente a logística empregada para a utilização dos utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|--|-----------------------|-----------------------|

2.2) Em termos econômicos com relação ao compartilhamento de utilitários e/ou serviços:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 38. A empresa já obteve ou obtém ganhos em produtividade em função do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 39. A empresa já obteve ou obtém ganhos em rentabilidade em função do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 40. A empresa já obteve ou obtém diferenciais competitivos nos seus produtos em função do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 41. A empresa já obteve ou obtém ganhos em relação ao reconhecimento do mercado em função do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 42. Em algum aspecto a competitividade de sua empresa nasceu ou foi gerada a partir do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 43. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para melhoria e otimização do compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 44. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para formação e/ou manutenção de centros de formação e qualificação de mão de obra para os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.3) Em termos de aspectos legais, normas ou políticas públicas em relação ao compartilhamento de utilitários e/ou serviços:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 45. A empresa considera que as iniciativas de compartilhamento de utilitários e/ou serviços surgiram motivadas por aspectos de legislação? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 46. A empresa considera que as iniciativas de compartilhamento de utilitários e/ou serviços surgiram motivadas por políticas públicas? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 47. A empresa considera que as iniciativas de compartilhamento de utilitários e/ou serviços surgiram motivadas por aspectos de normatização (como ISOs, NBRs, ABNT, INMETRO, ANVISA, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.4) Em termos informacionais com relação ao compartilhamento de utilitários e/ou serviços:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 48. Há encontros, com certa frequência, entre você e outros gestores de empresas da rede que tratam ESPECIFICAMENTE sobre os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 49. Ocorrem encontros (com seu conhecimento e apoio) entre seus colaboradores e colaboradores de outras empresas da rede que tratam ESPECIFICAMENTE sobre os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 50. É frequente você discutir com outros gestores problemas referentes aos os utilitários e/ou serviços compartilhados, buscando melhores soluções? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 51. A sua empresa já colaborou ou colabora com o compartilhamento de informações para a melhoria de ações ESPECÍFICAS para os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 52. A empresa já participou ou participa em feiras, exposições, entre outras, que tratam sobre os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 53. Sua empresa participa com certa frequência de reuniões de governança da rede sobre os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.5) Organizacional e institucional: enfoque da estrutura organizacional da empresa com relação ao compartilhamento de utilitários e/ou serviços:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 54. Sua empresa realiza ações para atualização e melhorias dos utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 55. Há encontros, com certa frequência, ente gestores e colaboradores da sua empresa para tratar ESPECIFICAMENTE sobre o compartilhamento de utilitários e/ou serviços da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 56. Na tomada de decisões estratégicas, a sua empresa leva ou já levou em consideração os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 57. Historicamente a empresa possui ações de colaboração com instituições como centros de pesquisa, universidades, prestadores de consultorias e serviços voltados o compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 58. Apesar de conflitos e divergências, naturalmente existentes, você considera que há um bom relacionamento entre a sua empresa e as outras empresas no compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 59. Você afirmaria que comportamentos de rivalidade entre a sua empresa e as demais empresas da rede, NÃO prejudicam o compartilhamento de utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 60. Há perspectiva em desenvolver novas parcerias para compartilhar utilitários e/ou serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 61. Na decisão de desenvolver novos segmentos de mercado para sua empresa, leva-se em conta o os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 62. Na decisão de inserção de novos produtos no portfólio de sua empresa, leva-se em conta os utilitários e/ou serviços compartilhados? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

2.6) Sugestões ou informações adicionais

COOPERAÇÃO EM GESTÃO

Favor ler as definições antes de completar o questionário.

EX.:

Planejamento estratégico conjunto, reuniões, realização de treinamentos em conjunto, etc.

3) Ocorre, com certa frequência, cooperação em gestão entre empresas da rede?*

Sim Não

3.a) A SUA empresa participa de iniciativas de cooperação em gestão?*

| | Sim | Não |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Com empresas pertencentes a rede | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Com empresas não pertencentes a rede | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3.b) Ações de gestão cooperada tem enfoque em:*

| | Sim | Não |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gestão ambiental | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gestão financeira | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gestão tecnológica | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gestão de inovação | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gestão de recursos humanos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gestão da produção | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Gestão da qualidade | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Outros | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3.1) Em termos técnicos com relação à cooperação em gestão:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 63. Há gerenciamento de informações técnicas (de produção, administrativas, etc.) entre a sua empresa e as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 64. A sua empresa já compartilhou ou compartilha metodologias para o desenvolvimento de produtos, desenvolvidas por sua empresa, com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 65. A sua empresa já compartilhou ou compartilha informações/metodologias para a melhoria dos processos produtivos, desenvolvidos por sua empresa, com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 66. Ocorre, com certa frequência, empréstimo de material (matéria-prima, insumos, etc.) entre a sua empresa e as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 67. Há ou já houve compartilhamento de equipamentos entre a sua empresa e as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 68. A empresa cede mão de obra sua, quando solicitada, para outras empresas da rede, visando a cooperação e apoio? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 69. A empresa já produziu ou produz peças a pedido de outra empresa da rede para atender a um cliente dessa empresa? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 70. A empresa desenvolveu ou desenvolve clientes conjuntamente com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 71. A empresa desenvolveu ou desenvolve fornecedores conjuntamente com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 72. A empresa já indicou/encaminhou recursos humanos (possíveis colaboradores) para outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 73. A sua empresa já desenvolveu ou desenvolve produtos em conjunto com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 74. A sua empresa já desenvolveu ou desenvolve ferramentas de gestão da produção em conjunto com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 75. Sua empresa já propôs ou propõe soluções para problemas em comum internos entre as empresas da rede (falta de mão de obra especializada, rapidez no atendimento à demanda, flexibilidade, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 76. A empresa utiliza colaborativamente com outras empresas da rede, ferramentas ou metodologias para o desenvolvimento de algum tipo de inovação (seja em produtos, processos ou gestão)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 77. A empresa disponibiliza (através de manuais, cartilhas, sites, redes sociais) ferramentas ou metodologias geradas internamente (seja em produtos, processos ou gestão)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 78. A diversidade cultural e de valores existentes entre sua empresa e outras empresas da rede são bem administradas, não dificultando as ações da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 79. Os diferentes sistemas de gestão, capacidade produtiva e nível tecnológico entre sua empresa e outras empresas da rede não geram alguma dificuldade no relacionamento da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 80. Sua empresa realiza ações que colaboram para o aumento da eficiência coletiva da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 81. Sua empresa realiza ações que colaboram para o aumento da competitividade da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 82. A sua empresa participa de alguma central de relacionamentos externos (desenvolvimento de clientes, fornecedores, compra de matéria-prima, etc.) com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 83. A sua empresa utiliza critérios padronizados pela rede para a escolha de seus fornecedores de matéria-prima, insumos, etc.? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 84. A sua empresa utiliza documentos padronizados pela rede de empresas (contratos, acordos, etc.) no relacionamento com parceiros externos à rede (fornecedores, clientes, entidades de apoio, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 85. A sua empresa utiliza ferramentas de gestão (de produtos ou de processos ou administrativa) que estejam padronizadas com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 86. Há padronização de atributos (custo ou qualidade ou flexibilidade ou design) entre os produtos de sua empresa e os produtos das outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 87. O nível tecnológico de equipamentos de sua empresa é equivalente com os das outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 88. A sua empresa modificou/adaptou seus sistemas de gestão (de produtos, de processos ou administrativos) para alinhar-se estrategicamente às outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 89. A sua empresa promoveu alguma adaptação em sua cultura interna para melhor atuar em conjunto com as outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 90. A sua empresa compartilha ou define ações estratégicas (objetivos, metas, etc.) com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 91. A sua empresa compartilha ou define ações voltadas para infraestrutura com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 92. A decisão de capacitação de sua mão de obra da sua empresa é feita colaborativamente com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 93. Estar próximo das demais empresas da rede auxiliam no bom relacionamento colaborativo? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 94. Estar distante das demais empresas da rede NÃO atrapalha o bom relacionamento colaborativo? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 95. A sua empresa possui a mesma origem de formação que outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 96. A sua empresa possui sistemas produtivos semelhantes às outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 97. A sua empresa possui fornecedores e clientes em comum às outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 98. A sua empresa possui o mesmo perfil (inovador, empreendedor, de liderança) que as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 99. A sua empresa participa na mesma proporção nas ações executadas em conjunto que outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 100. Sua empresa possui as mesmas prioridades competitivas que as outras empresas da rede (custo ou qualidade ou flexibilidade ou rapidez ou confiabilidade)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 101. Você sente que sua empresa é mais competente por participar da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 102. A sua empresa desenvolveu ou desenvolve alguma competência por participar da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 103. Na sua percepção, se a empresa se desligar da rede ela se torna menos competitiva? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3.2) Em termos econômicos com relação à cooperação em gestão:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 104. Ocorre ou já ocorreu apoio financeiro (empréstimo, adiantamento, etc.) de sua empresa com alguma outra empresa da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 105. Há ou já houve compra de equipamentos entre a sua empresa e as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 106. A empresa já comprou ou compra matéria-prima, insumos, etc., em conjunto com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 107. A empresa já obteve ou obtém ganhos em produtividade em função das ações colaborativas entre sua empresa e outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 108. A empresa já obteve ou obtém ganhos em rentabilidade em função das ações colaborativas entre sua empresa e outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 109. A empresa já obteve ou obtém diferenciais competitivos nos seus produtos em função das ações colaborativas entre sua empresa e outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 110. A empresa já obteve ou obtém ganhos em relação ao reconhecimento do mercado em função das ações colaborativas entre sua empresa e outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 111. Você considera justas todas as relações entre as empresas da rede (relações ganha-ganha)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 112. Você considera que sua empresa recebe benefícios da rede na mesma proporção que beneficia o desenvolvimento da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 113. Em algum aspecto a competitividade de sua empresa nasceu ou foi gerado a partir das relações de sua empresa com as outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 114. A sua empresa já compartilhou ou compartilha alguma ferramenta/metodologia sua, que gerou aumento de competitividade para alguma outra empresa da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 115. Você afirmaria que atitudes oportunistas e desleais, que por ventura ocorreram, por algumas empresas da rede NÃO prejudicaram em nenhum aspecto a sua empresa? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 116. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para melhoria e otimização da governança da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 117. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para formação e/ou manutenção de centros de formação e qualificação de mão de obra de uso em comum às empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 118. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para formação e/ou manutenção de centros de apoio à produção (controle de qualidade, ensaios, metrologia etc.) de uso em comum às empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 119. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para formação e/ou manutenção de centros pesquisa e desenvolvimento de uso em comum às empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 120. Sua empresa investe recursos (financeiros, humanos, etc.) para desenvolvimento e manutenção de infraestrutura de uso em comum às empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3.3) Em termos de aspectos legais, normas ou políticas públicas em relação à cooperação em gestão:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 121. A empresa já participou ou participa em conjunto com as demais empresas no debate de temas visando aspectos de legislação? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 122. A empresa já participou ou participa em conjunto com as demais empresas no debate de temas de políticas públicas? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 123. A empresa já participou ou participa em conjunto com as demais empresas no debate de temas de normatização (como ISOs, NBRs, ABNT, INMETRO, ANVISA, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

3.4) Em termos informacionais com relação à cooperação em gestão:*

| | Sim | Não |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 124. Há encontros, com certa frequência, entre você e outros gestores de empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 125. Ocorrem encontros (com seu conhecimento e apoio) entre seus colaboradores e colaboradores de outras empresas da rede, visando troca de experiências e informações? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 126. Ocorrem encontros (com seu conhecimento e apoio) de confraternização (jogos, campeonatos, festividades, torneios, etc.) entre seus colaboradores e colaboradores de outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 127. É frequente você discutir com outros gestores problemas inerentes à sua empresa, buscando melhores soluções? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 128. Você acredita que as demais empresas de rede são confiáveis para o compartilhamento de informações? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 129. A sua empresa já colaborou ou colabora com o compartilhamento de informações para a melhoria dos processos de gestão de alguma outra empresa da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 130. A empresa já participou ou participa em conjunto com as demais empresas da rede em feiras, exposições, mostras de produtos, entre outras? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 131. Há uma percepção de sua parte que as relações entre a sua empresa e as outras empresas da rede vêm se tornando mais confiáveis, frequentes e mais consistentes? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 132. Há ou houve compartilhamento de treinamentos e cursos para seus colaboradores e colaboradores de outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 133. Há ou houve compartilhamento de consultorias entre sua empresa e outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 134. A sua empresa já prestou consultoria ou treinamento para outra empresa da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 135. Sua empresa participa com certa frequência de reuniões (assuntos gerais) de governança da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 136. Sua empresa participa de ações para atualização e melhorias (contratuais, de objetivos e metas, etc.) na governança da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 137. Você acredita que as demais empresas de rede são confiáveis para o compartilhamento de informações? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- 3.5) Organizacional e institucional: enfoque da estrutura organizacional da empresa com relação à cooperação em gestão:*

| | Sim | Não |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 138. Você concorda que a sua empresa compartilha dos mesmos valores de cooperação que as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 139. Você concorda que sua empresa tem os mesmos objetivos e metas (a serem alcançadas cooperativamente) que as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 140. A sua empresa é colaborativa com as demais empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 141. As demais empresas da rede são colaborativas com a sua? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 142. Sua empresa já propôs ou propõe soluções para problemas em comum externos às empresas da rede (relacionamento com entidades de apoio, etc.)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 143. Na tomada de decisões estratégicas, a sua empresa leva ou já levou em consideração a influência (negativa ou positiva) desta decisão sobre outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 144. A sua empresa já abriu mão de alguma decisão, ideia, objetivo em favor de um benefício comum à rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 145. Sua empresa já participou de redes cooperativas (formais ou informais), anteriormente a rede da qual faz parte? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 146. Historicamente a empresa possui ações de colaboração com instituições como centros de pesquisa, universidades, prestadores de consultorias e serviços? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 147. As ações das outras empresas da rede em relação à sua são respeitadas e não ferem a confiança e o comprometimento da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 148. Você concorda que não há interferência nem deslealdade de outras empresas da rede em relação à sua empresa? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 149. Apesar de conflitos e divergências, naturalmente existentes, você considera que há um bom relacionamento entre a sua empresa e as outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 150. Apesar de conflitos e divergências, naturalmente existentes, você considera que há um bom relacionamento entre a sua empresa e as outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 151. Você considera que as diferentes expectativas entre a sua empresa e as outras empresas da rede não gera dificuldade para o bom desenvolvimento da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 152. Há mecanismos utilizados por sua empresa para coibir atitudes oportunistas de outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 153. Há mecanismos utilizados por sua empresa para coibir ações excessivamente competitivas (rivalidade direta) por parte de outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 154. Você afirmaria que comportamentos de rivalidade entre a sua empresa e as demais empresas da rede, NÃO prejudicam em nenhum aspecto a sua empresa? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 155. A decisão de desenvolver novas parcerias externas à rede para sua empresa é feita colaborativamente com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 156. A decisão de desenvolver novos segmentos de mercado para sua empresa é feita colaborativamente com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 157. A decisão de inserção de novos produtos no portfólio de sua empresa é feita colaborativamente com outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 158. Sua empresa já colaborou ou colabora com a governança para o desenvolvimento e atualização de fornecedores de matéria prima e insumos em comum às empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 159. Sua empresa já colaborou ou colabora com a governança da rede para a formação de parcerias externas à rede (centros de pesquisa, centrais de distribuição, SEBRAE, SENAI, entre outros)? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 160. A sua empresa possui sistemas produtivos semelhantes às outras empresas da rede? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

- 3.6) Sugestões ou informações adicionais

APÊNDICE F - Análise de Cenário

Conjuntos de questões para análise de cenário

| CONJUTOS DE QUESTÕES PARA ANÁLISE DE CENÁRIO | | | |
|---|--------------------------------------|------------------|------------------|
| {1: 1.a, 1.b, 1.c}, {2: 2.a, 2.b} e {3: 3.a, 3.b} | | SIM | NÃO |
| 1) Ocorre, com certa frequência, troca, compra e/ou venda de resíduos entre empresas da rede? | | 25% | 75% |
| 1.a) A SUA empresa realiza troca, compra e/ou venda de resíduos com outras empresas? | Com empresas pertencentes a rede | 0% | 100% |
| | Com empresas não pertencentes a rede | 25% | 75% |
| 1.b) Com relação as transações de resíduos realizadas por sua empresa, elas ocorrem: | | Frequente | Raramente |
| | Compra de resíduos | 0% | 25% |
| | Venda de resíduos | 50% | 50% |
| | Troca de resíduos (permuta) | 0% | 25% |
| 1.c) Cite os tipos de resíduos que são negociados: | | | |
| RESPOSTAS: Plásticos, papelão e metais; Serragem, maravalha, thinner; Sobras de tinta e resíduos de polimento (lixas, massa); Serragem. | | SIM | NÃO |
| 2) Ocorre, com certa frequência, compartilhamento de utilitários e/ou serviços (como transporte, usinas, central de reciclagem, depósitos, etc.) entre empresas da rede? | | 50% | 50% |
| 2.a) A SUA empresa compartilha utilitários e/ou serviços com outras empresas? | Com empresas pertencentes a rede | 25% | 75% |
| | Com empresas não pertencentes a rede | 25% | 75% |
| 2.b) Entre os utilitários e/ou serviços compartilhados pelas empresas da rede estão: | Usina de Reciclagem | 50% | 50% |
| | Estação de tratamento de efluentes | 0% | 100% |
| | Cogeração de energia | 0% | 100% |
| | Energia em cascata | 0% | 100% |
| | Água em cascata | 0% | 100% |
| | Transporte de funcionários | 0% | 100% |
| | Transporte de insumos | 25% | 75% |
| | Outros | 25% | 75% |
| 3) Ocorre, com certa frequência, cooperação em gestão entre empresas da rede? | | 100% | 0% |
| 3.a) A SUA empresa participa de iniciativas de cooperação em gestão? | Com empresas pertencentes a rede | 100% | 0% |
| | Com empresas não pertencentes a rede | 25% | 75% |
| 3.b) Ocorre, com certa frequência, cooperação em gestão entre empresas da rede? | Gestão ambiental | 25% | 75% |
| | Gestão financeira | 75% | 25% |
| | Gestão tecnológica | 75% | 25% |
| | Gestão de inovação | 75% | 25% |
| | Gestão de recursos humanos | 50% | 50% |
| | Gestão da produção | 75% | 25% |
| | Gestão da qualidade | 75% | 25% |
| | Outros | 25% | 75% |